



⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑯ Int. Cl. 6:
H 04 N 1/40

⑯ EP 0 520 774 B 1

⑯ DE 692 26 574 T 2

⑯ Deutsches Aktenzeichen: 692 26 574.0
 ⑯ Europäisches Aktenzeichen: 92 305 808.5
 ⑯ Europäischer Anmeldetag: 24. 6. 92
 ⑯ Erstveröffentlichung durch das EPA: 30. 12. 92
 ⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: 12. 8. 98
 ⑯ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 22. 4. 99

⑯ Unionspriorität:
721138 26. 06. 91 US

⑯ Erfinder:
Chang, Sheue Ling, San Jose, California 95129, US;
Gosling, James, Mountain View, California 94043,
US

⑯ Patentinhaber:
Sun Microsystems, Inc., Mountain View, Calif.
94043-1100, US

⑯ Vertreter:
Zenz, Helber, Hosbach & Partner, 45128 Essen

⑯ Benannte Vertragstaaten:
DE, FR, IT, NL, SE

⑯ Verfahren und Gerät zur Reduktion des benötigten Speicherumfangs in einem digitalen
Halbtonrasterungssystem

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 692 26 574 T 2

DE 692 26 574 T 2

12.11.98

PATENTANWÄLTE ZENZ, HELBER, HOSBACH & PARTNER · HUYSSENALLEE 58-64 · D-45128 ESSEN

EP 92305808.5-2202
EP 0 520 774

S 1230
S-dwmu

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. GEBIET DER ERFINDUNG:

5

Das Verfahren und die Einrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf das Gebiet der digitalen Halbtonrasterung. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf die Speicherung von Halbtonzellen in einer optimalen Weise, um bei gleichzeitiger Erhaltung der Leistungsfähigkeit Speicherraum einzusparen.

2. HINTERGRUND IM STAND DER TECHNIK:

15

Die Technik der Halbtonrasterung wird in breitem Umfang in der Druckindustrie zum Drucken kontinuierlicher Tönungen von Bildern, wie beispielsweise Fotografien, in einer diskreten Form unter Verwendung einer begrenzten Anzahl von Farben verwendet. Beispielsweise werden einfarbige Bilder, wie beispielsweise Fotografien, die in einer Zeitung erscheinen, unter Verwendung von zwei Farben, schwarz und weiß, wiedergegeben und werden typischerweise erzeugt, indem schwarze Flecken auf weißem Papier erzeugt werden. Farbbilder, wie beispielsweise die in Magazinen oder Zeitungen zu findenden, werden durch eine geringe Anzahl von Farben dargestellt. Die Halbtonrasterung nutzt dabei eine räumliche Integration aus, um das Bild zu erzeugen. Die räumliche Integration wird von dem Auge ausgeführt, wenn es eine kleine Fläche aus einem großen Betrachtungsabstand sieht, wobei das Auge feine Details innerhalb der kleinen Fläche mittelt und nur die Gesamtintensität und Farbe der Fläche aufnimmt.

Durch ein Gruppieren mehrerer Anzeigeelemente in kleinen Gittern oder Matrizen, die Halbtongitter genannt

12.11.98

2

werden, wird die räumliche Auflösung der Anzeigeausgabe abgesenkt und die Gesamtzahl der Intensitätspegel oder Graustufen, die in einer Fläche darstellbar sind, wird erhöht. Beispielsweise durch Gruppieren von vier Anzeigeelementen in 5 eine 2x2-Matrix wird die räumliche Auflösung der Anzeigeausgabe um die Hälfte abgesenkt, aber die Anzahl der darstellbaren Graustufen auf 5 erhöht.

Das Halbtongitter ist definiert durch die Abbildung eines gleichmäßigen Gitters kleiner Matrizen, die als Halbtonzellen bezeichnet werden, auf eine Anzeigeeinrichtungsausgabepixelmatrix (im folgenden als Anzeigeraum bezeichnet). Das Halbtongitter hat eine Frequenz (Anzahl der Halbtonzellen pro Maßeinheit im Anzeigeraum) und einen Winkel (Orientierung des Gitters relativ zum Anzeigeraumkoordinatensystem). Jedes Anzeigeelement (als "Pixel" bezeichnet) des Anzeigeraums entspricht einem Element in der Halbtonzelle. Eine Fläche des Anzeigeschirms kann an eine Graschattierung angenähert werden, indem eine bestimmte Menge 10 der Pixel innerhalb der Fläche in einem vorgegebenen Muster und einer vorgegebenen Reihenfolge ein- (zum Beispiel "weiß") oder aus- (zum Beispiel "schwarz") geschaltet wird. Bei einer Anzeigeeinrichtung, wie beispielsweise einem Drucker, wird der Hintergrund auf weiß initialisiert, was die 15 Tatsache reflektiert, daß das Bild nachfolgend ausgegeben wird, um auf weißes Papier gedruckt zu werden, und daß die aktivierte Pixel als schwarze "Flecke" ausgegeben werden, die auf das weiße Papier gedruckte Tinte darstellen. Bei einer Anzeigeeinrichtung, wie beispielsweise einer Computer- 20 grafikanzeigeeinrichtung, wird der Hintergrund üblicherweise auf schwarz oder eine dunkle Farbe initialisiert und die aktivierte Pixel werden "eingeschaltet" und erscheinen als weiße Flecken oder helle Farben auf dem Schirm. Aus Gründen der Erläuterung werden die aktivierte Pixel in der folgenden 25 Beschreibung als weiß angenommen. Für den Fachmann ist es jedoch klar, daß in Abhängigkeit von dem System und der 30 35

12.11.98

3

Ausgabeeinrichtung die aktivierte Pixel auch von anderer vorgegebener Farbe sein können. Insbesondere können bei einem entsprechenden gedruckten Bild die aktivierte Pixel schwarz sein.

5

Numerisch ist der innerhalb einer Zelle dargestellte Grauwert das Verhältnis der Anzahl der Pixel, die weiß sind, zur Gesamtanzahl der Pixel in der Zelle. Wenn sich ein Grauwert der Zelle von schwarz nach weiß ändert, 10 werden zunehmend mehr Pixel in jeder Zelle von schwarz auf weiß in einer definierten Reihenfolge geändert. Die Reihenfolge, in welcher die Pixel sich von schwarz nach weiß für ansteigende Grauwerte ändern, wird durch einen Benutzer mit einer mathematischen Funktion spezifiziert, die Punkt- oder 15 Fleckfunktion genannt wird. Die Fleckfunktion wird verwendet, um eine Mehrzahl von Schwellenwerten zu berechnen, wobei jedem Anzeigeelement in der Halbtonzelle ein Wert zugeordnet ist. Die unterschiedlichen Größen der Schwellenwerte geben die Reihenfolge vor, in welcher sich die Pixel bei einem ansteigenden Grauwert von schwarz nach weiß ändern, 20 d.h., die Schwellenwerte werden mit dem Wert verglichen, der den gewünschten Intensitätspegel repräsentiert. Wenn der einem speziellen Anzeigepixel zugeordnete Schwellenwert größer als der gewünschte Intensitätspegel einer Fläche ist, wird 25 das Pixel aktiviert. Für weitere Informationen über den Halbtonrasterungsprozeß siehe: Foley, et al., "Computer Graphics, Principles and Practice", zweite Auflage, Seiten 569 bis 573 (Addison - Wesley Publishing, 1990); oder Ulichney, "Digital Halftoning" (MIT Press, 1987); oder Adobe Systems, 30 Inc., "POSTSCRIPT Language Reference Manual", Seiten 84 bis 87 (Addison - Wesley Publishing, 1986).

Typischerweise wird in Abhängigkeit von der von dem Benutzer spezifizierten Fleckfunktion, der Halbtonrasterfrequenz und dem Halbtonrasterwinkel eine binäre Darstellung der Halbtonzelle für jeden der verschiedenen Inten-

12.11.98

4

sitäspegel berechnet. Diese binäre Darstellung wird Graumuster genannt. Eine Sammlung von Graumustern für sämtliche möglichen Intensitätspegel wird zuvor berechnet und im Speicher gespeichert. Wenn ein Halbtonrasterbild erzeugt wird, 5 wird das Graumuster für eine spezielle Intensität dann so aus dem Speicher gewonnen, wie es zum Bestimmen der zu aktivierenden Pixel erforderlich ist. Je mehr Pixel es gibt, welche eine Halbtonzelle bilden, desto größer ist die Anzahl der unterschiedlichen Intensitäten, die dargestellt werden 10 können, und desto größer ist die zum Speichern der Graumuster erforderliche Speichermenge.

Die von der Fleckfunktion erzeugten Schwellenwerte sind von dem Ort der Pixel in der Halbtonzelle relativ zum 15 Mittelpunkt der Halbtonzelle abhängig. Sofern jede Halbtonzelle in gleichmäßiger Weise an den Pixeln im Anzeigeraum ausgerichtet ist, kann eine kleine Halbtonzelle verwendet werden, um über den gesamten Anzeigeraum repliziert zu werden, und eine einzige Schwellenwertmatrix kann benutzt werden, 20 um die Reihenfolge der Pixel zu bestimmen, die zur Wiedergabe eines gesamten Bildes aktiviert werden sollen. Typischerweise sind jedoch die Halbtongitter nicht exakt mit dem Anzeigeraumgitter ausgerichtet. Es ist ein komplexes Verfahren, jede Halbtonzelle in gleichmäßiger Weise mit dem Anzeigeraumgitter auszurichten, weil die Gittergröße der Halbtonzelle normalerweise nicht gleich der Gittergröße des Anzeigeraums ist und weil die Matrix der Halbtonzellen üblicherweise einen anderen Orientierungswinkel als das Anzeigeraumgitter hat. Wenn ein Schwellenwert für jedes Pixel des Anzeigeraums berechnet würde, so wäre eine unendliche Menge 25 unterschiedlicher Halbtonzellen zu berechnen, um jede mögliche Konfiguration von Pixelorten innerhalb einer Zelle zu behandeln.

35 Das Problem des Ausrichtens der Halbtonzelle im Anzeigeraum ist durch Figur 1 veranschaulicht. Die Halbton-

12.11.98

5

zellen werden in einem Winkel zur Matrix der Pixel des Anzeigeraums abgebildet. Obwohl ein Eckpunkt 50 der Zelle direkt auf einen Pixelort (in Figur 1 treten die Pixelorte an den Schnittpunkten der Gitterlinien auf) abgebildet ist, ist 5 dies für die verbleibenden Eckpunkte 30, 40, 60 nicht der Fall. In ähnlicher Weise sind die angrenzenden Halbtonzellen mit den Eckpunkten 10, 20, 30, 40 nicht präzise an der Pixelmatrix ausgerichtet. Da die relativen Pixelorte innerhalb 10 jeder Halbtonzelle sich von Halbtonzelle zu Halbtonzelle ändern, würden die für jeden Pixelort erzeugten Schwellenwerte 15 in jeder Halbtonzelle differieren.

Um dieses Problem zu überwinden, wurde eine Technik 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9990 9995 9999

12.11.90

6

der Halbtonzelle (R_a) gleich $\text{SQRT}(a^2 + b^2)$ und der aktuelle Winkel ist Θ_a , wobei Θ_a gleich $\text{ARCTAN}(b/a)$ ist, und wobei SQRT eine Quadratwurzelfunktion und ARCTAN eine Arcustangensfunktion repräsentiert. Im folgenden wird Θ_d als der 5 "gewünschte Halbtonrasterwinkel" und Θ_a als der "aktuelle Halbtonrasterwinkel" bezeichnet. R_d wird als "gewünschte Zellenfrequenz" und R_a als "aktuelle Zellenfrequenz" bezeichnet. Unter Verwendung des aktuellen Halbtonrasterwinkels Θ_a , der aktuellen Zellenfrequenz R_a und der Werte a und 10 b können die eingestellten Halbtonzellen konstruiert werden. Die eingestellten Halbtonzellen können, wie es in Figur 2B dargestellt ist, über den Anzeigeraum konstruiert werden, um die Abbildung von Halbtonzellen auf die Matrix des Anzeigeraums zu vervollständigen. Die konstruierten aktuellen 15 Halbtonzellen sind von gleichmäßiger Größe und sind zu den Pixeln des Anzeigeraums ausgerichtet, wodurch eine einzige Schwellenwertmatrix auf sämtliche Halbtonzellen anwendbar ist.

20 Der Nachteil dieser Technik besteht in dem durch das Einstellen der Halbtonzellen eingebrachten Fehler. Der Winkel der aktuellen Halbtonzellen zum Anzeigekoordinatenraum (Θ_a) und die Länge einer Seite der aktuellen Halbtonzelle (R_a) variieren geringfügig gegenüber dem gewünschten 25 Winkel und der Frequenz (Θ_d und R_d), was einen geringen Fehler bewirkt.

Der Fehler zwischen der aktuellen Frequenz R_a , dem aktuellen Winkel Θ_a und der gewünschten Frequenz R_d und dem 30 gewünschten Winkel Θ_d kann, wie es in Figur 3 veranschaulicht ist, durch die Konstruktion von "Superzellen", welche aus einer Mehrzahl von Halbtonzellen zusammengesetzt sind, verringert werden. Der Winkel der Superzelle in Bezug auf den Anzeigeraum und die aktuelle Frequenz der Halbtonzelle 35 können so eingestellt werden, daß sie ziemlich nahe an dem vom Benutzer gewünschten Winkel und der Frequenz sind, indem

12.11.98

7

die Anzahl der in jeder Superzelle enthaltenen Halbtonzellen erhöht wird. Je größer die Superzelle, desto geringer ist der Einstellungfehler, aber desto größer ist die zum Speichern der die Schwellenwerte enthaltenen Superzelle erforderliche Speichergröße. Somit gibt es einen Kompromiß zwischen der Genauigkeit, d.h. der Größe des Einstellfehlers, und der erforderlichen Speichermenge. Üblicherweise wird der Kompromiß gelöst, indem der Benutzer eine vorgegebene Toleranz vorgibt und eine Superzelle erzeugt, die innerhalb der Toleranz liegt. Wenn beispielsweise der vom Benutzer spezifizierte Winkel 15° und die vorgegebene Toleranz $0,01^\circ$ wären, würde eine Superzelle erzeugt, die einen Winkel innerhalb des Bereichs von $14,99^\circ$ bis $15,01^\circ$ hat. Sobald die Größe der Halbtonzelle bestimmt ist, werden die Zellen über dem Anzeigeraum zusammen "geheftet".

Die zum Aufnehmen der Schwellenwertmatrix erforderliche Speichermenge ist im Hinblick auf die Kosten und die Leistung des Systems sehr wichtig. In Abhängigkeit von der von einem Benutzer spezifizierten Toleranz des Winkels und der Frequenz kann die Informationsspeicherung eine große Menge Speicher beanspruchen. Außerdem fluktuiieren typische Speichertechniken in Abhängigkeit von dem Winkel der Halbtonzelle relativ zum Anzeigeraum.

25

EP-A2-0 427 380 (Adobe) offenbart ein Verfahren zum Erzeugen von Halbtonbildern unter Verwendung von mehr als eine Halbtonzelle enthaltenden Super-Überdeckelementen oder -Kacheln (supertiles), welche so umgeformt werden können, daß sie nur ganze Pixel verwenden, um eine "Utah"-Kachel (tile) bilden, die zwei Quadrate aufweist und im wesentlichen den US-Bundesstaat Utah nachbildet.

12.11.98

8

ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Es ist folglich ein Ziel der vorliegenden Erfin-
5 dung, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Speichern von
Halbtonzellen in einer minimalen Menge von Speicherraum zur
Verfügung zu stellen.

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfin-
10 dung, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Speichern von
Halbtonzellen zum schnellen und einfachen Wiedergewinnen un-
ter Verwendung der minimalen Menge des Speicherraums zur
Verfügung zu stellen.

15 Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfah-
ren zur Verfügung gestellt, wie es im Anspruch 1 angegeben
ist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird darüber hin-
20 aus eine Einrichtung zur Verfügung gestellt, wie sie im An-
spruch 14 angegeben ist.

Bei dem bevorzugten Verfahren und der bevorzugten
Einrichtung wird eine Bilderzeugungseinrichtung zur Verfü-
25 gung gestellt, bei welcher eine digitale Halbtonzelle von
Schwellenwerten erzeugt und in eine Mehrzahl von "Kacheln"
(tiles) aufgebrochen wird, die ausgehend von den Orten der
vier Ecken der Halbtonzelle bestimmt werden. Die Kacheln
bilden, wenn sie zusammengefügt werden, einen Begrenzungs-
30 rahmen um die Halbtonzelle herum. Diese Kacheln werden zu
einer Schwellenwertmatrix von Schwellenwerten angeordnet,
wobei die Breite der Matrix gleich der Anzahl von Schwellen-
werten in einer Sequenz von Schwellenwerten über einer Zeile
von zusammenhängenden Kacheln und die Höhe der Matrix gleich
35 dem größten gemeinsamen Nenner des x-Achsen-Inkrement und

12.11.98

9

y-Achsen-Inkrement zwischen den Eckpunkten der Halbtonzelle ist.

Die Schwellenwertmatrix wird im Speicher für eine
5 nachfolgende Bezugnahme während des Halbtonrasterprozesses gespeichert. Durch das Verfahren und die Einrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wird die zum Speichern der Schwellenwerte erforderliche Speichermenge wesentlich reduziert, während die Geschwindigkeit und Leichtigkeit des Zu-
10 griffs auf die Schwellenwerte während des Halbtonrasterprozesses erhalten bleibt.

12.11.98

10

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der Erfindung deutlich, in welcher

FIGUR 1 vier benachbarte Halbtonzellen veranschaulicht;

FIGUREN 2a und 2b die Einstellung der Halbtonzelle derart, daß sie mit dem Anzeigeraumgitter übereinstimmen, veranschaulichen;

FIGUR 3 eine Halbton- "Superzelle" veranschaulicht, die aus mehreren benachbarten Halbtonzellen zusammengesetzt ist;

FIGUR 4 ein veranschaulichendes Computersystem zeigt, das bei dem System der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

FIGUR 5a einen um die Halbtonzelle herum erzeugten Begrenzungsrahmen veranschaulicht, und

FIGUR 5b die bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erzeugten Kacheln veranschaulicht.

FIGUREN 6a und 6b sind Ablaufdiagramme, die ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung beschreiben.

FIGUREN 7a und 7b veranschaulichen die Kachel-Erzeugung bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

12.11.98

11

FIGUREN 8a und 8b veranschaulichen die Verwendung von Zeigern bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

5 FIGUREN 9a und 9b veranschaulichen das Kachelüberdeckkonzept, das bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

10 FIGUREN 10a, 10b, 10c, 10d und 10e veranschaulichen die Prozedur des "Abwickelns" (unwrapping) der Kacheln, das bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung benutzt wird.

15 FIGUR 11 veranschaulicht die Abbildung der Schwellenwertmatrix in den Anzeigeraum bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

12.11.98

12

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Schreibweise und Terminologie

5 Die folgenden detaillierten Beschreibungen werden weitgehend anhand von Algorithmen und symbolischen Darstellungen von Operationen an Datenbits innerhalb eines Computerspeichers präsentiert. Diese algorithmischen Beschreibungen und Darstellungen sind diejenigen Mittel, die von den
10 Fachleuten auf dem Gebiet der Datenverarbeitung verwendet werden, um auf effektivste Weise das Wesen ihrer Arbeit anderen Fachleuten zu übermitteln.

Unter einem Algorithmus wird hier und im allgemeinen eine in sich konsistente Sequenz von Schritten verstanden, die zu einem gewünschten Ergebnis führen. Diese Schritte sind jene, die physikalische Bearbeitungen physikalischer Größen erfordern. Üblicherweise, aber nicht notwendigerweise, nehmen diese Größen die Form elektrischer oder magnetischer Signale an, die gespeichert, übertragen, kombiniert, verglichen oder auf andere Weise bearbeitet werden können. Hauptsächlich aus Gründen der allgemeinen Benutzung hat es sich gelegentlich als günstig herausgestellt, auf diese Signale als Bits, Werte, Elemente, Symbole, Zeichen, Terme,
20 Nummern oder dergleichen Bezug zu nehmen. Es sei jedoch daran erinnert, daß all diese und ähnliche Bezeichnungen den richtigen physikalischen Größen zugeordnet sein sollen und mehr oder weniger geeignete Bezeichnungen für diese Größen sind.

30

Darüber hinaus werden die ausgeführten Bearbeitungen oftmals mit Bezeichnungen, wie Addieren oder Vergleichen, versehen, welche üblicherweise den durch einen menschlichen Bediener ausgeführten geistigen Operationen zugeordnet sind. Keinerlei derartige Fähigkeiten eines menschlichen Bedieners sind bei den hier beschriebenen Operationen, wel-

12.11.90

13

che Teil der vorliegenden Erfindung bilden, notwendig und in den meisten Fällen auch nicht erwünscht; die Operationen sind Maschinenoperationen. Nützliche Maschinen zum Ausführen der Operationen der vorliegenden Erfindung umfassen digitale

5 Mehrzweckcomputer oder andere ähnliche Einrichtungen. In sämtlichen Fällen sei an den Unterschied zwischen den Verfahrensoperationen beim Betreiben eines Computers und den Verfahren der Berechnung selbst erinnert. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Verfahrensschritte zum Betreiben 10 eines Computers bei der Verarbeitung elektrischer oder anderer (z.B. mechanischer oder chemischer) physikalischer Signale, um andere gewünschte physikalische Signale zu erzeugen.

15 Die vorliegende Erfindung bezieht sich darüber hinaus auf eine Einrichtung zum Ausführen diesen Operationen. Diese Einrichtung kann speziell für den erforderlichen Zweck konstruiert sein, oder sie kann einen Mehrzweckcomputer umfassen, der von einem in dem Computer gespeicherten 20 Computerprogramm selektiv aktiviert oder umkonfiguriert wird. Die hier präsentierten Algorithmen beziehen sich nicht von sich aus auf einen speziellen Computer oder eine andere Einrichtung. Insbesondere können verschiedene Mehrzweckmaschinen mit Programmen verwendet werden, die gemäß den hier 25 gegebenen Lehren geschrieben sind, oder es kann sich als geeigneter herausstellen, spezialisiertere Einrichtungen zum Ausführen der erforderlichen Verfahrensschritte zu konstruieren. Die erforderliche Struktur für eine Vielzahl dieser Maschinen ergibt sich aus der im folgenden gegebenen Be- 30 schreibung.

Allgemeine Systemkonfiguration

35 Figur 4 zeigt ein typisches computerbasiertes System zur Wiedergabe digitaler Halbtonrasterbilder gemäß der

12.11.98

14

vorliegenden Erfindung. Es ist ein Computer 101 gezeigt, welcher drei Hauptkomponenten aufweist. Die erste dieser Hauptkomponenten ist die Eingabe/Ausgabe(I/O)-Schaltung 102, welche verwendet wird, um Informationen in einer geeignet 5 strukturierten Form mit anderen Teilen des Computers 101 auszutauschen. Ebenfalls als Teil des Computers 101 sind die zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) 103 und der Speicher 104 gezeigt. Die letztgenannten beiden Elemente sind diejenigen, die typischerweise in den meisten Mehrzweckcomputern und na- 10 hezu sämtlichen speziellen Computern zu finden sind. Tat- sächlich sind die verschiedenen im Computer 101 enthaltenen Elemente repräsentativ für diese breite Kategorie von Daten- prozessoren. Spezielle Beispiele für geeignete Datenprozes- soren, die die Rolle des Computers 101 erfüllen, umfassen 15 die von Sun Microsystems, Inc., Mountain View, Kalifornien, hergestellten Maschinen. Andere Computer mit gleichen Fähig-keiten können selbstverständlich auf einfache Weise angepaßt werden, um die unten beschriebenen Funktionen auszuführen.

20 Außerdem ist in Figur 4 eine Eingabeeinrichtung 105 gezeigt, die in typischer Ausführung als Tastatur ge- zeigt ist. Es ist jedoch klar, daß die Eingabeeinrichtung auch ein Kartenleser, ein Magnet- oder Papierbandleser oder eine andere gut bekannte Eingabeeinrichtung (einschließlich 25 selbstverständlich eines anderen Computers) sein kann. Eine Massenspeichereinrichtung 106 ist mit der I/O-Schaltung 102 gekoppelt und stellt eine zusätzliche Speichermöglichkeit für den Computer 101 zur Verfügung. Der Massenspeicher kann andere Programme und dergleichen enthalten und kann die Form 30 eines Magnet- oder Papierbandlesers oder einer anderen gut bekannten Einrichtung annehmen. Es ist klar, daß die inner- halb des Massenspeichers 106 gehaltenen Daten in geeigneten Zellen in einer üblichen Weise in den Computer 101 als Teil 35 des Speichers 104 aufgenommen werden können. Eine Cursor- steuereinrichtung 108 wird verwendet, um Kommandomodi auszu- wählen und die Eingabedaten zu editieren und schafft im all-

12.11.90

15

gemeinen ein geeignetes Mittel, um Informationen in das System einzugeben.

Zusätzlich ist ein Anzeigemonitor 107 veranschau-
5 licht, welcher verwendet wird, um Nachrichten oder andere Mitteilungen an den Benutzer anzuzeigen. Ein solcher Anzeigemonitor kann die Form eines beliebigen verschiedener gut bekannter Arten von Kathodenstrahlröhren-Displays annehmen. Vorzugsweise kann der Anzeigemonitor 107 die graphischen
10 Bilder, d.h. die digitalen Halbtonrasterbilder anzeigen, die gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung wiedergegeben werden. Der Rasteranzeigemonitor ist aus einer Matrix von Anzeigeelementen, die als Pixel bezeichnet werden, zusam-
15 men gesetzt, welche in einer vorgegebenen Weise aktiviert oder "eingeschaltet" werden, um ein Bild zu bilden. Die das anzu-
zeigende Bild wiedergebenden Bilddaten werden zunächst in den Einzelbildpuffer 110 geschrieben. Die Bilddaten geben die Farbe, Intensität und den Ort jedes zu aktivierenden An-
zeigeelements an. Eine Anzeigesteuereinrichtung 109 liest
20 die Bilddaten aus dem Einzelbildpuffer und aktiviert die Pi-
xel, um das Bild zu erzeugen.

Verfahrensbeschreibung

25

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des digitalen Halbtonrasterprozesses gemäß der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Ablaufdiagramme der Figuren 6a und 6b erörtert. Am Block 200 spezifiziert der Benutzer die Fre-
30 quenz der zu erzeugenden Halbtonzelle und den Winkel, in dem die Halbtonzelle in bezug auf das Anzeigeraumgitter orien-
tiert sein soll, sowie eine Toleranz, mit der der Winkel in-
nerhalb der Grenzen variieren kann. Beispielsweise kann der Benutzer eine Halbtonfrequenz von 60 Halbtonzellen pro Zoll
35 bei einem Winkel von 15° und einer Toleranz von 0,01 Grad angeben. Beispielsweise hat, wie es in Figur 2a gezeigt ist,

12.11.98

16

die gewünschte Halbtonzelle Eckpunkte oder Endpunkte 30, 40, 50 und 60. Am Block 210 gemäß Figur 6a wird die in bezug auf das Anzeigeraumgitter eingestellte Halbtonzelle erzeugt. Die eingestellte Halbtonzelle hat die Endpunkte 80, 90, 50 und 5 70. Die Endpunkte der eingestellten Halbtonzelle werden unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt:

$$a = \text{INT} [R_d \cos (\Theta_d)]$$

10 $b = \text{INT} [R_d \sin (\Theta_d)]$

wobei R_d die gewünschte Länge der Seite der Halbtonzelle ist, Θ_d den gewünschten Winkel der Halbtonzelle in Bezug auf den Anzeigeraum darstellt und INT eine Ganz- 15 zahlrundungsfunktion repräsentiert, welche den Wert zur nächstliegenden ganzen Zahl rundet.

Der "a"-Wert stellt den inkrementalen Ganzzahlwert in Einheiten des Anzeigeraums (z.B. Pixel) von einem Eck- 20 punkt der Halbtonzelle, beispielsweise dem Eckpunkt 50, zum benachbarten Eckpunkt, Eckpunkt 70, entlang einer ersten Achse (z.B. der x-Achse) zur Verfügung und "b" stellt den inkrementalen Ganzzahlwert entlang der zweiten Achse (zum Beispiel der y-Achse) dar. Um den nächsten Eckpunkt, den 25 Eckpunkt 80, der Zelle in der zu dem bestimmten Eckpunkt diagonalen Richtung zu bestimmen, wird der Wert a als inkrementaler Ganzzahlwert entlang der zweiten Achse und der Wert b als inkrementaler Ganzzahlwert entlang der ersten Achse verwendet. In ähnlicher Weise wird der nächste Eckpunkt, der 30 Eckpunkt 90, bestimmt, indem der Wert a als inkrementaler Ganzzahlwert entlang der ersten Achse und der Wert b entlang der zweiten Achse verwendet wird.

Wie es in Figur 5a veranschaulicht ist, kann die- 35 ses Verfahren fortgesetzt werden, um sämtliche benachbarten Eckpunkte, 50, 70, 80, 90, sowie Begrenzungsrahmen zu be-

12.11.98

17

stimmen. Der Begrenzungsrahmen ist ein entlang der X- und Y-Achsen orientiertes Quadrat mit den Kanten 330, 335, 340 und 345, welches die eingestellte Halbtonzelle umschließt. Jede Seite des Begrenzungsrahmens schneidet einen Eckpunkt der 5 Halbtonzelle und die Achse, in der jede Seite des Begrenzungsrahmens orientiert ist, ist die Hauptachse der zugehörigen Seite der Halbtonzelle. Die Länge jeder Kante ist die Größe $a + b$. Wie dargelegt werden wird, wird der Begrenzungsrahmen auf den Anzeigeraum abgebildet. Vorzugsweise 10 werden, um Rechenzeit und -aufwand zu sparen, die Eckpunkte eines einzigen Begrenzungsrahmens bestimmt. Der gleiche Begrenzungsrahmen kann dann auf den gesamten Anzeigeraum angewendet werden, wodurch Speicher gespart und der Wiedergabe- 15 prozeß vereinfacht werden. So wird es bevorzugt, daß eine einzige Zelle konstruiert wird und die Eckpunkte unter Verwendung von a und b bestimmt werden. Dies ist graphisch anhand von Figur 5a gezeigt, welche die Halbtonzelle 300 in einem vorgegebenen Winkel in bezug auf das Anzeigeraumgitter zeigt, welches in horizontaler und vertikaler Orientierung 20 bei 0° bzw. 90° verläuft. Kacheln (tiles), welche verwendet werden, um die Halbtonzelle darzustellen, können graphisch bestimmt werden, indem zunächst der Begrenzungsrahmen 325 um die Eckpunkte 50, 70, 80 und 90 der eingestellten Halbtonzelle herum gezeichnet wird, Block 220. Dieser Begrenzungsrahmen 325 hat eine erste Seite 330, eine zweite Seite 335, eine dritte Seite 340 und eine vierte Seite 345. Im Block 25 220 werden die Kacheln, welche zum Darstellen der Halbtonzelle verwendet werden sollen, dann konstruiert. Es wird auf Figur 5b Bezug genommen. Fünf Kacheln 350, 355, 400, 405 und 30 410 werden konstruiert. Diese fünf Kacheln 350, 355, 400, 405 und 410 bilden einen Begrenzungsrahmen um die eingestellte Halbtonzelle 300 herum. Die Kacheln werden durch die Linien begrenzt, die die Eckpunkte 50, 70, 80 und 90 der eingestellten Halbtonzelle verbinden. Diese Kacheln sind für 35 die Schwellenwerte repräsentativ, die im Speicher gespeichert sind, um die Halbtonzellen des Anzeigeraums darzustel-

12.11.98

18

len. Es sei angemerkt, daß die Kachel 350 ein Duplikat der Kachel 400 und die Kachel 355 gleich der Kachel 405 ist, so daß sie nicht separat im Speicher dargestellt werden müssen. Somit ist der gesamte Anzeigeraum definiert durch die drei 5 Kacheln 400, 405 und 410. Diese Kacheln werden in der gleichen Weise in bezug aufeinander abgebildet, unabhängig vom Ort der Kacheln im Anzeigeraum, wodurch ein einfaches Mittel zum Verwenden der Kacheln zur Verfügung gestellt wird.

10 Die drei erzeugten Kacheln 400, 405, 410 sind einfache Rechtecke. Es wird auf Figur 7a Bezug genommen. Die Größe und Orientierung der Kacheln in bezug auf den Begrenzungsrahmen wird jetzt beschrieben. Ein erster Eckpunkt 50 wird am X-Y-Koordinaten-Punkt $(0,0)$ errichtet. Der benachbarte Eckpunkt 70 ergibt sich dann am Ort (a, b) , da, wie oben erörtert, der inkrementierte Wert entlang der x-Achse gleich a ist und der inkrementierte Wert entlang der y-Achse gleich b ist. Der nächste Eckpunkt 80 ist am Ort $(a-b, b+a)$, weil der Inkrementalwert in x gleich b ist und der Inkrementalwert in y gleich a ist. Es folgt, daß der letzte Eckpunkt 20 90 am Ort $(-b, a)$. In ähnlicher Weise sind die Anzahl, Größe und Form der Kacheln von der Größe und Orientierung (d.h. dem Wert von Θ) der Zelle abhängig. Wenn beispielsweise Θ_a gleich 0° , 90° oder 180° ist, wird nur eine Kachel erzeugt. 25 Wenn Θ_a gleich 45° , 135° , 225° oder 315° ist, werden zwei Kacheln erzeugt. Jedoch werden typischerweise drei Kacheln erzeugt.

Die erste Kachel 405 wird gemäß den benachbarten 30 Eckpunkten erzeugt, wodurch die Eckpunkte entgegengesetzte Ecken der rechtwinkligen Kachel bilden. Diese Eckpunkte können als Endpunkte der Diagonallinie durch das Rechteck angesehen werden. Wie es in Figur 7a gezeigt ist, werden unter Verwendung der beiden Eckpunkte 80 und 90 der Halbtonzelle 35 $(a-b, b+a)$ und $(-b, a)$ die verbleibenden zwei Kachelecken

12.11.96

19

einfach als die verbleibenden Eckpunkte des Rechtecks an den Orten $(a-b, a)$ und $(-b, b+a)$ bestimmt.

Die zweite Kachel 400 wird auf ähnliche Weise unter Verwendung des Eckpunktes 70 (a, b) und des Eckpunktes 80 $(a-b, b+a)$ als Endpunkte der Diagonallinie durch das Rechteck bestimmt. So sind die Ecken des zweiten Rechtecks gleich $(a-b, b)$, (a, b) , $(a, b+a)$ und $(a-b, b)$.

10 Die dritte Kachel 410 hat einen gemeinsamen Eckpunkt $(a-b, b)$ mit der zweiten Kachel 400 und einen gemeinsamen Eckpunkt $(a-b, a)$ mit der ersten Kachel 405. Der dritte Eckpunkt wird an dem mit dem ersten Eckpunkt der Zelle $(0, 0)$ kolinearen Ort errichtet und ist kolinear mit dem zweiten

15 Eckpunkt (a, b) der Zelle. Somit ist der Eckpunkt bei $(0, b)$ angeordnet und bildet die Diagonale über das Quadrat, das mit $(a-b, a)$ gebildet wird. Die einfache Geometrie zeigt, daß der vierte Eckpunkt bei $(0, a)$ angeordnet ist.

20 Die verbleibenden Kacheln 350 und 355, welche die Zelle überdecken $\{(0, 0), (0, a), (-b, a), (-b, 0)\}$ und $\{(a, 0), (a, b), (0, b), (0, 0)\}$, sind einfache Wiederholungen der ersten Kachel 405 und der zweiten Kachel 400 und müssen folglich nicht im Speicher gespeichert werden. Stattdessen wird 25 während des Halbtonrasterprozesses auf diese drei Kacheln Bezug genommen, um die schnellen Werte zu gewinnen.

Figur 7b ist eine bildhafte Veranschaulichung der Abbildung der Kacheln über einen einfachen Adreßraum. Die 30 räumliche Beziehung zwischen den drei Kacheln ist konstant, und der Prozeß der Abbildung der Kacheln auf den Anzeigeraum ist vereinfacht.

Sobald die Kacheln bestimmt worden sind, im Block 35 230 gemäß Figur 6a, werden die zum Ausführen des Halbtonrasterprozesses verwendeten Schwellenwerte erzeugt. Die

Schwellenwerte werden gemäß einer Fleckfunktion erzeugt, welche einen Wert für jedes Pixel erzeugt, welcher dann während des Halbtonrasterprozesses mit dem gewünschten Intensitätswert verglichen und verwendet wird, um festzustellen, ob

- 5 ein Pixel ein- oder ausgeschaltet werden soll. Die Fleckfunktion ist eine vom Benutzer spezifizierte mathematische Funktion und kann eine der vielen im Stand der Technik bekannten Fleckfunktionen sein. Es sei angemerkt, daß die Fleckfunktion und die daraus erzeugten Schwellenwerte nur
- 10 veranschaulichend für Fleckfunktionen und erzeugte Schwellenwerte sein sollen, und daß die vorliegende Erfindung unter Verwendung einer Vielzahl von Fleckfunktionen und Schwellenwerten implementiert werden kann.

- 15 Eine beispielhafte Fleckfunktion ist die Kreisfleckfunktion, bei der die Schwellenwerte aus der Gleichung $f(x, y) = 1 - x^2 - y^2$ bestimmt werden, wobei x und y die Koordinatenwerte eines Pixels in einer Halbtonzelle relativ zum Mittelpunkt der Halbtonzelle sind. Um die Schwellenwerte zu erzeugen, werden die Koordinatenwerte in einen um die Halbtonzelle zentrierten Koordinatenraum übersetzt und normiert, wobei die Begrenzungen des Raums zwischen -1 und +1 liegen. Für jedes Pixel innerhalb der Halbtonzelle wird das x, y-Koordinatenpaar (der transformierten Koordinaten) verwendet,
- 20 um einen Zwischenwert unter Verwendung der Fleckfunktion zu erzeugen. Sobald ein Zwischenwert für jedes Paar von Koordinatenwerten innerhalb der Halbtonzelle erzeugt worden ist, werden die Zwischenwerte nach ihrer Größe sortiert und die Schwellenwerte auf der Grundlage der sortierten Reihenfolge
- 25 erzeugt. Wenn beispielsweise eine Gesamtzahl von 50 Pixeln sich innerhalb einer einzigen Halbtonzelle befindet und der zu simulierende Intensitätsbereich oder Grauwertbereich zwischen 0 und 255 liegt, wird der inkrementale Schwellenwert auf 255/50 bestimmt, was gleich 5,1 ist. So wird dem nach
- 30 dem Sortieren ersten Pixel, welches den höchsten Zwischenwert hat, ein Wert von 255 gegeben, dem zweiten Pixel ein
- 35

Wert von 249,9, dem dritten Pixel ein Wert von 244,8. Dieser Prozeß wird fortgesetzt, bis dem letzten Pixel aus der sortierten Liste ein Wert von 5,1 gegeben wird. Diese Werte sind diejenigen Werte, die im Speicher gespeichert und auf 5 die während des Wiedergabeprozesses zugegriffen wird, um die Halbtonbilder zu erzeugen.

Obwohl die Kacheln im Speicher in der Form gespeichert werden können, wie sie beispielsweise in Figur 7a gezeigt ist, ist der Prozeß des Abbildens der Kacheln auf den Anzeigeraum oder zum Heranholen der Schwellenwerte eines speziellen Pixels während des Wiedergabeprozesses ziemlich aufwendig und zeitraubend. Um die Speichermenge, die zum Speichern einer Halbtonzelle erforderlich ist, zu minimieren 15 und dennoch ein schnelles und einfaches Verfahren zum Zugreifen der Schwellenwerte während des Wiedergabeprozesses zur Verfügung zu stellen, werden die Kacheln "abgewickelt" (unwrapped) und in einer Matrix organisiert, auf die als Schwellenwertmatrix Bezug genommen wird, was ein einfacheres 20 Abbilden in den Anzeigeraum schafft. Die Matrix ist von minimaler Größe, aber noch einfach zuzugreifen und in den Anzeigeraum abzubilden.

Der durch die Figuren 8a und 8b dargestellte Prozeß veranschaulicht, wie eine Schwellenwertmatrix vom Abwickeln der drei Kacheln 400, 405 und 410 rekonstruiert wird. Im folgenden nehmen wir auf die Kachel 405 als Kachel T1, auf die Kachel 400 als Kachel T2 und auf die Kachel 410 als Kachel T3 Bezug. Es wird eine Zeigertabelle erzeugt, um 30 die Abbildung der Pixel zu identifizieren, um die Kacheln über den Anzeigeraum zu legen. Jeder Eintrag in der Zeigertabelle entspricht einem Element in den drei Kacheln, was mit dem Wiedergabeprozeß zum Erzeugen der Ausgabewerte der Pixel Abtastlinie für Abtastlinie (d.h. Zeile für Zeile) ko-35 ordinert werden kann. Der Zeigerwert in der Zeigertabelle zeigt die Zeile und Kachel an, die dem am weitesten rechts

12.11.90

22

angeordneten Element derjenigen Zeile und Kachel benachbart ist, auf die zur Wiedergabe zugegriffen wird. Da die räumliche Beziehung zwischen den fünf Kacheln 350, 355, 400, 405 und 410 über dem gesamten Anzeigeraum fest ist, ist eine

5 Zeigertabelle für das Auslegen der Kacheln über dem gesamten Anzeigeraum anwendbar. Es wird auf die Figuren 8a und 8b Bezug genommen. Beispielsweise werden, indem das erste Pixel in der ersten Zeile der Kachel T1 auf das erste Pixel in der ersten Abtastzeile des Anzeigeraums abgebildet wird, die

10 Schwellenwerte in dieser Zeile der Kacheln vom am weitesten links angeordneten Pixel bis zum am weitesten rechts angeordneten Pixel verwendet, um Pixel in der ersten Abtastzeile wiederzugeben. Wenn das Ende der Zeile in der Kachel T1 erreicht ist, nimmt das System auf die Zeigertabelle Bezug,

15 welche die benachbart zu dem am weitesten rechts gelegenen Pixel der gegenwärtigen Zeile in T1 zu verwendende nächste Kachel und Zeile der Kachel anzeigt. Bei der vorliegenden Darstellung, wie sie in den Figuren 8a und 8b gezeigt ist, identifiziert die Zeigertabelle Zeile 1 der Kachel T2 als

20 die dem rechtesten Pixel der Zeile 1 der Kachel T1 folgende Zeile. Die Schwellenwerte in Zeile 1 von Kachel T2 werden solange verwendet, bis das letzte Pixel dieser Zeile erreicht ist. Zu diesem Zeitpunkt wird erneut auf die Zeigertabelle Bezug genommen, um die nächste Kachel und die Zeile

25 der Kachel zu bestimmen, welche an das rechteste Pixel der Zeile 1 der Kachel T2 angrenzt. Die Zeigertabelle identifiziert dann Zeile 1 der Kachel T3 als die nach Zeile 1 der Kachel 2 folgende Zeile.

30 Dieser Prozeß wird fortgesetzt, bis das Ende der Abtastzeile erreicht ist, und dieser Prozeß wird für jede Abtastzeile des Digitalbildes angewendet, bis das Bild wiedergegeben ist. Wie in Figur 9b zu sehen ist, zeigt beispielsweise der Zeigertabelleneintrag für Pixel 375 auf die

35 erste Zeile der Kachel 410, und der Zeigertabelleneintrag für das am weitesten rechts angeordnete Pixel 390 in Zeile 1

12.11.98

23

von Kachel 410 zeigt auf Zeile 5 von Kachel 400. Der Halbtonrasterprozeß greift dann auf jedes Pixel in der fünften Zeile der Kachel 400 von links nach rechts zu, bis das letzte Pixel von 385 erreicht ist; der Prozeß nimmt dann auf 5 den Zeigertabelleneintrag Bezug, welcher anzeigt, daß das erste Pixel 395 der dritten Zeile von Kachel 405 das nächste zuzugreifende Pixel ist. So wird eine Zeigertabelle für jede einzelne Kachel erzeugt, und es sind nur die drei Zeigertabellen erforderlich für sämtliche über dem Anzeigeraum abgebildeten Kacheln.

Es wurde festgestellt, daß Speicherraum dadurch minimiert werden kann und die zur Wiedergabe des Halbtonrasterbildes erforderliche Zeitmenge erhalten oder sogar erhöht werden kann, indem die Kacheln "abgewickelt" werden, um 15 eine Schwellenwertmatrix zu erzeugen, welche mit der Struktur des Speichers kompatibler ist.

Eine rechtwinklige Matrix von Schwellenwerten kann 20 aus den drei Kacheln abgeleitet werden, um Schwellenwerte zur Verfügung zu stellen, die zur Wiedergabe eines Bildes über dem Anzeigeraum erforderlich sind. Dies wird erreicht, indem die Kacheln in die rechtwinklige Matrix "abgewickelt" werden. Die Matrix hat eine Breite (b) und eine Höhe (h). 25 Die Höhe h ist gleich dem größten gemeinsamen Nenner (gcd) von a und b. Bei dem vorliegenden Beispiel ist a = 6 und b = 4. Somit ist $h = \text{gcd}(6, 2) = 2$. Somit ist die Höhe der Matrix 2 Einheiten, z.B. zwei Pixel. Die Breite der Matrix bestimmt sich durch die Anzahl der Schwellenwerte entlang 30 einer Abtastzeile, bevor sich die Sequenz von Schwellenwerten wiederholt. Es wird auf Figur 10a Bezug genommen, in der die für eine Serie von Halbtonzellen erzeugten Kacheln und ihre zugehörigen Schwellenwerte veranschaulicht sind. Aus Gründen der Erläuterung sind den Schwellenwerten Buchstaben- 35 werte (A-Z) und (a-z) zugeordnet. Wie man anhand der Figur 10a und der Figur 10b in der mit der Nummer 0 gekennzeichnete

12.11.98

23

von Kachel 410 zeigt auf Zeile 5 von Kachel 400. Der Halbtonrasterprozeß greift dann auf jedes Pixel in der fünften Zeile der Kachel 400 von links nach rechts zu, bis das letzte Pixel von 385 erreicht ist; der Prozeß nimmt dann auf 5 den Zeigertabelleneintrag Bezug, welcher anzeigt, daß das erste Pixel 395 der dritten Zeile von Kachel 405 das nächste zuzugreifende Pixel ist. So wird eine Zeigertabelle für jede einzelne Kachel erzeugt, und es sind nur die drei Zeigertabellen erforderlich für sämtliche über dem Anzeigeraum abgebildeten Kacheln. 10

Es wurde festgestellt, daß Speicherraum dadurch minimiert werden kann und die zur Wiedergabe des Halbtonrasterbildes erforderliche Zeitmenge erhalten oder sogar erhöht werden kann, indem die Kacheln "abgewickelt" werden, um 15 eine Schwellenwertmatrix zu erzeugen, welche mit der Struktur des Speichers kompatibler ist.

Eine rechtwinklige Matrix von Schwellenwerten kann 20 aus den drei Kacheln abgeleitet werden, um Schwellenwerte zur Verfügung zu stellen, die zur Wiedergabe eines Bildes über dem Anzeigeraum erforderlich sind. Dies wird erreicht, indem die Kacheln in die rechtwinklige Matrix "abgewickelt" werden. Die Matrix hat eine Breite (b) und eine Höhe (h). 25 Die Höhe h ist gleich dem größten gemeinsamen Nenner (gcd) von a und b. Bei dem vorliegenden Beispiel ist a = 6 und b = 4. Somit ist $h = \text{gcd}(6, 2) = 2$. Somit ist die Höhe der Matrix 2 Einheiten, z.B. zwei Pixel. Die Breite der Matrix bestimmt sich durch die Anzahl der Schwellenwerte entlang 30 einer Abtastzeile, bevor sich die Sequenz von Schwellenwerten wiederholt. Es wird auf Figur 10a Bezug genommen, in der die für eine Serie von Halbtonzellen erzeugten Kacheln und ihre zugehörigen Schwellenwerte veranschaulicht sind. Aus Gründen der Erläuterung sind den Schwellenwerten Buchstaben- 35 werte (A-Z) und (a-z) zugeordnet. Wie man anhand der Figur 10a und der Figur 10b in der mit der Nummer 0 gekennzeichne-

ten Zeile sehen kann, beginnen die erzeugten Schwellenwerte bei A und enden bei J. Diese Zeile enthält die erste Zeile der Kachel 405 mit den Schwellenwerten A-F und die erste Zeile der Kachel 400 mit den Schwellenwerten G-J. Die nächsten beiden Schwellenwerte sind U,V, welche einer Zeile der mittleren Kachel 410 der Halbtonzelle entsprechen. Diesen folgt eine Zeile von Schwellenwerten der Kachel 400, W,X,Y,Z. Benachbart Z sind die Elemente der dritten Zeile von Kachel 405, gefolgt von der dritten Zeile der Kachel 400 mit den Schwellenwerten a bis j. Nach dem Schwellenwert j wiederholt sich die Sequenz von Schwellenwerten. Somit ist die im Speicher zu speichernde Sequenz von Schwellenwerten gleich ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz und die Anzahl der Elemente in dem sich wiederholenden Muster ist 26 (welches als die Breite der Schwellenwertmatrix bezeichnet wird). In ähnlicher Weise wird die gleiche Sequenz verwendet, um zu bestimmen, daß die zweite Zeile, die als Zeile 1 in Figur 10b bezeichnet ist, die gleiche Breite wie Zeile 0 hat und die Elemente KLMNOPQRSTUVWXYZ, uvwxyz, klmnopqrstuvwxyz enthält.

20

Es wird auf Figur 10a Bezug genommen. Die drei Grundkacheln in ihrer ursprünglichen Orientierung werden durch eine Zeilennummer, Zeile 0 von A-J, Zeile 1 von K-T usw., identifiziert. Die erste Sequenz von Schwellenwerten in der Matrix startet mit den Schwellenwerten der Zeile 0, d.h. A-J. Es wird auf die Figuren 10b und 10d Bezug genommen. Der Zeiger auf die nächste Zeile von zu verwendenden Schwellenwerten wird gemäß der folgenden Gleichung bestimmt: (Zeilennummer + b) mod a, wobei die Zeilennummer die aktuelle Zeilennummer und a und b die Elemente a bzw. b sind, die verwendet wurden, um die eingestellte Halbtonzelle zu bestimmen. Die Anwendung der Gleichung auf die Zeile 0 zum Bestimmen der der Zeile 0 benachbarten Zeile ergibt $(0+4) \text{mod} 6 = 4$. Somit sind die Schwellenwerte der Zeile 4 benachbart zu den Schwellenwerten der Zeile 0. Die nächste Zeile von Schwellenwerten ist gleich $(4+4) \text{mod} 6 = 2$. Die nächste

12.11.96

25

ste benachbarte Zeile von Schwellenwerten wird gemäß $(2+4) \bmod 6 = 0$ bestimmt, was anzeigt, daß die Sequenz sich selbst wiederholt, da die erste Zeile der Sequenz die Zeile 0 ist. Somit ist die Breite des Musters von im Speicher zu 5 speichernden Schwellenwerten gleich der Breite der Zeile 0 (welche 10 ist), plus der Breite der Zeile 4 (welche 6 ist), plus der Breite der Zeile 2 (welche 10 ist), was eine Gesamtzahl von 26 ergibt.

10 In ähnlicher Weise ergibt sich beim Bestimmen der zweiten Zeile, daß die erste Zeile von Schwellenwerten die Zeile 1 ist, die benachbarte Zeile durch die Gleichung $(1+4) \bmod 6 = 5$ identifiziert wird, und daß die nächste Zeile aus der Gleichung $(5+4) \bmod 6 = 3$ bestimmt wird. Ein Anwenden 15 der Gleichung auf die nächste Zeile erzeugt die Nummer 1, was anzeigt, daß sich die Sequenz selbst wiederholt. Somit ergibt sich unter Bezugnahme auf Figur 10e, daß die im Speicher gespeicherte Schwellenwertmatrix eine 2×26 -Matrix ist, die die identifizierten Schwellenwerte enthält. Es sei ange- 20 merkt, daß durch Abwickeln der drei Kacheln 400, 405 und 410, wie es in den Figuren 10a, 10b, 10c, 10d und 10e veranschaulicht ist, keine Zeigertabelle physikalisch im Speicher gespeichert wird, da die Schwellenwertmatrix die Zeigerwerte berücksichtigt. Darüber hinaus wird mit dieser Matrix von 25 Schwellenwerten die Abbildung der Schwellenwerte auf den Anzeigeraum vereinfacht.

Wie es durch das Ablaufdiagramm gemäß Figur 6b veranschaulicht ist, kann auf die im Speicher gespeicherte 30 Schwellenwertmatrix einfach zugegriffen werden, um ein digitales Halbtonbild wiederzugeben. Um den Schwellenwert für irgendein Pixel im Anzeigeraum zu bestimmen, wird eine einfache Übersetzung ausgeführt, um die Koordinaten eines Pixels im Anzeigeraum in die Speicheradresse der Schwellen- 35 wertmatrix zu übersetzen. Um diesen Prozeß zu veranschaulichen, wird das Pixel 500 in Figur 11 am X, Y-Koordinatenpunkt

(16,5) verwendet. Am Block 245 gemäß Figur 6a wird die Anzahl von Zeilen unterhalb des (0,0)-Orts des Anzeigeraums bestimmt, indem die folgende Gleichung verwendet wird:
Int(dy/h), wobei dy die Anzahl der Pixel vom Ort (0,0) ist,
5 h die Höhe der Schwellenwertmatrix ist und Int eine Ganz-
zahlfunktion ist. Somit wird bei dem vorliegenden Beispiel
die Variable n, die die Anzahl der Zeilen der Schwellenwert-
matrix unterhalb von (0,0) anzeigt: $n = 5/2 = 2,5$ oder der
Ganzzahlwert von 2. Es ist übliche Praxis, das erste Pixel
10 des Anzeigeraums auf das erste Pixel der Schwellenwertmatrix
abzubilden. Jede Zeile der Schwellenwertmatrix, die auf dem
Anzeigeraum abgebildet ist, ist die gleiche, ausgenommen die
Tatsache, daß jede nachfolgende Zeile durch einen vorgegebe-
nen Wert verschoben ist, der als Offset bezeichnet wird. Bei
15 dem in Figur 11 veranschaulichten Beispiel ist das Offset
gleich einem Wert von 10, und der Betrag des Offset für eine
gegebene Zeile ist gleich dem Wert von n multipliziert mit
dem Betrag des Offset für jede Zeile. So ist beispielsweise
die zweite Zeile 510 der Schwellenwertmatrix, die auf dem
20 Anzeigeraum abgebildet ist, um ein Offset verschoben. In
ähnlicher Weise ist die dritte Zeile 515 der abgebildeten
Schwellenwertmatrix um einen Betrag vom Doppelten des
Offset-Betrags verschoben.

25 Im Block 250 wird das Offset aus der Breite der
Zeile bestimmt. Bei der vorliegenden Darstellung wird das
Offset aus derjenigen Zeile bestimmt, die durch die gleiche
Nummer wie die Höhe (h) der Schwellenwertmatrix identifi-
ziert ist. In der Darstellung ist h gleich 2. Somit ist das
30 Offset gleich dem Wert von 10, welches die Breite der Zeile
2 (Elemente a-j) ist. Es folgt, daß die Zeile 510 der
Schwellenwertmatrix um 10 Werte nach rechts verschoben ist,
wodurch die erste Zeile der Schwellenwertmatrix mit den
35 Schwellenwerten a-j startet und die nächste Zeile mit den
Schwellenwerten k-t startet. Auf ähnliche Weise wird die
dritte abgebildete Schwellenwertmatrix um $2 \cdot 10 = 20$ nach

rechts verschoben und startet folglich mit den Schwellenwerten G-J und die nächste Zeile startet mit den Schwellenwerten Q-T.

5 Die dy- und dx-Koordinaten für ein spezielles Pixel werden auf die Schwellenwertmatrix-Speicherkoordinaten durch eine Übersetzung abgebildet, bei der dx' , der x-Abstand vom Ursprung der Schwellenwertmatrix, gleich $(dx - n*offset) \bmod (\text{Schwellenwertbreite})$ ist, wobei \bmod eine Modul-
10 lusfunktion repräsentiert. Ähnlich ist dy' , der y-Abstand vom Ursprung, gleich $dy - n*h$. Unter Verwendung des vorliegenden Beispiels ist für das Pixel 500 in Figur 11: $dx' = (16 - 2*10) \bmod 26 = 22$ und $dy' = 5 - 2*2 = 1$. Somit ist das Schwellenwertmatrixelement, das zum Bestimmen des Halbtonwertes für das
15 spezielle Pixel 500 verwendet wird, am Ort $x=22$ und $y=1$ in der Schwellenwertmatrix angeordnet. Im Block 260 gemäß Figur 6b wird der Schwellenwert am Ort $(22,1)$ in der Schwellenwertmatrix zugegriffen und am Block 256 wird der Halbtonwert für das Pixel erzeugt.

20 Sobald der Schwellenwert für das anfängliche Pixel in einer Zeile bestimmt ist, können nachfolgende Pixel in der gleichen Zeile einfach identifiziert und als nachfolgende Pixel in der Schwellenwertmatrix bestimmt werden, wo-
25 bei einer umlaufende Funktion (Wrap-around-Funktion), wie beispielsweise die oben beschriebene Funktion, angewendet wird, wodurch das letzte Pixel in der Schwellenwertmatrix erreicht wird. Unter Verwendung dieses Prozesses kann das Halbtonrasterbild schnell und einfach erzeugt werden, wäh-
30 rend eine minimale Speichermenge zum Speichern der Schwellenwertmatrix verwendet wird.

Die Erfindung wurde in Verbindung mit dem bevorzugten Ausführungsbeispiel beschrieben. Es ist klar, daß
35 zahlreiche Alternativen, Modifikationen, Variationen und Anwendungen für den Fachmann im Lichte der vorstehenden Be-

12.11.93

28

schreibung klar werden. Beispielsweise wurde das bevorzugte Ausführungsbeispiel als zeilenabhängiger Abtastzeilenprozeß beschrieben, bei dem die Pixel horizontal von der linken Seite des Anzeigeraums zur rechten implementiert sind. Es

5 ist jedoch für den Fachmann klar, daß der Wiedergabeprozeß ebensogut ein zeilenabhängiger Prozeß sein kann, der von der linken Seite des Anzeigeraums zur rechten wiedergegeben wird, oder ein spaltenabhängiger Prozeß, bei dem der Abtastzeilenalgorithmus in einer vertikalen Art und Weise von der

10 Oberseite des Anzeigeraums zur Unterseite oder umgekehrt arbeitet.

12.11.98

PATENTANWÄLTE ZENZ, HELBER, HOSBACH & PARTNER · HUYSSENALLEE 58-64 · D-45128 ESSEN

S 1230
K-ma

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zur Anwendung bei einer Bilderzeugungs-Vorrichtung mit einem digitalen Halbton-System, wobei zum
5 Erzeugen von digitalen Bildern ein Bereich von Intensitäten von Bildern simuliert wird, wobei die erzeugten Bilder an eine Bildausgabeeinrichtung ausgegeben werden, die einen digitalen Anzeigeraum mit einer auf einen X-Y-Raster angeordneten Pixelmatrix aufweist, wobei das Verfahren zum Verrin-
10 gern des zum Speichern der Schwellwertmatrix zum Erzeugen von digitalen Halbtonbildern benötigten Speicherumfangs dient und die Schritte aufweist:

Angeben einer Seitenlänge, eines Winkels und einer Winkeltoleranz einer im Speicher zu speichernden Halbtonzelle
15 (300), wobei die Halbtonzelle (300) eine Matrix von Zellen-Schwellwerten aufweist, auf die zum Erzeugen eines digitalen Halbtonbildes Bezug genommen wird;

Bestimmen des tatsächlichen Winkels und der tatsächlichen Länge einer Seite der Halbtonzelle, die an das Raster
20 des Anzeigeraums angepaßt wurde;

gekennzeichnet durch die Schritte:

Bestimmen eines entlang der x- und y-Achsen des Rasters des Anzeigeraums ausgerichteten Begrenzungsrahmens (325), der die angepaßte Halbtonzelle umhüllt;

25 Aufteilen des Begrenzungsrahmens (325) in eine oder mehrere Kacheln (400, 405, 410) mit Kachel-Schwellwerten, wobei die Kacheln (400, 405, 410) entsprechend den Eckpunkten der Halbtonzelle (300) und dem Begrenzungsrahmen (325) erzeugt werden;

30 Erzeugen einer Überdeckung des Anzeigeraums mit den Kacheln (400, 405, 410);

Erzeugen der Kachel-Schwellwerte für die Kacheln entsprechend einer Fleckfunktion für die angepaßte Halbtonzelle durch Abwickeln der Kachel-Schwellwerte (405), um die

35 Schwellwertmatrix der Schwellwerte zu rekonstruieren,

12.11.93

2

wobei die Schwellwertmatrix eine Höhe gleich dem größten gemeinsamen Teiler des x-Achsen-Inkaments und y-Achsen-Inkaments zwischen Eckpunkten der Halbtonzelle hat und eine Breite gleich der Anzahl von in einer Folge von Schwellwerten 5 entlang einer Zeile von zusammenhängenden Kacheln auftretenden Schwellwerten hat, die angetroffen werden, bis die Sequenz sich wiederholt; und

Speichern der Schwellwertmatrix von Schwellwerten im Speicher, wobei die Schwellwertmatrix einen wesentlich geringeren Speicherumfang benötigt, als die Kacheln (400, 405, 10 410) der Kachel-Schwellwerte, und dazu geeignet ist, daß zur Erzeugung des Anzeigesignals zum Anzeigen eines digitalen Halbtonbildes in effizienter Weise auf sie zugegriffen werden kann.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Bestimmens des tatsächlichen Winkels und der tatsächlichen Größe der an das Raster des Anzeigeraums angepaßten Halbtonzelle (300) folgende Schritte aufweist:

20 Runden eines ersten Eckpunkts der Halbtonzelle (300) auf das nächste Pixel, um den angepaßten ersten Eckpunkt zu bestimmen;

25 Runden eines benachbarten zweiten Eckpunkts der Halbtonzelle (300) auf das nächste Pixel, um den angepaßten zweiten Eckpunkt zu bestimmen, wobei der zweite Eckpunkt einen einem Zell-Frequenzwert entsprechenden inkrementalen Abstand entfernt angeordnet ist, wobei der Zell-Frequenzwert ein anfängliches X-Achsen-Inkrement und ein anfängliches Y-Achsen-Inkrement umfaßt, wobei das X-Achsen-Inkrement und das Y-Achsen-Inkrement gemäß den folgenden Gleichungen bestimmt werden:

$$a = \text{INT} [R_d \cos \Theta_d]$$
$$b = \text{INT} [R_d \sin \Theta_d]$$

35

12.11.96

3

wobei a das anfängliche X-Achsen-Inkrement ist, b das anfängliche Y-Achsen-Inkrement, R_d die gewünschte Länge einer Seite einer Halbtonzelle und Θ_d der gewünschte Winkel einer Halbtonzelle;

- 5 Runden des dem zweiten Eckpunkt benachbarten dritten Eckpunkts auf das nächste Pixel, um den angepaßten dritten Eckpunkt zu bestimmen, wobei der angepaßte dritte Eckpunkt einen dem Zell-Frequenzwert entsprechenden inkrementalen Abstand vom angepaßten zweiten Eckpunkt entfernt angeordnet
- 10 ist, wobei das X-Achsen-Inkrement gleich dem anfänglichen Y-Achsen-Inkrement und das Y-Achsen-Inkrement gleich dem anfänglichen X-Achsen-Inkrement ist;

Runden des dem dritten und ersten Eckpunkt benachbarten vierten Eckpunkts auf das nächste Pixel, um den angepaßten vierten Eckpunkt zu bestimmen, wobei der angepaßte vierte Eckpunkt einen dem Zell-Frequenzwert entsprechenden inkrementalen Abstand von dem angepaßten dritten Eckpunkt entfernt angeordnet ist, wobei das X-Achsen-Inkrement gleich dem anfänglichen X-Achsen-Inkrement und das Y-Achsen-Inkrement gleich dem anfänglichen Y-Achsen-Inkrement ist;

wodurch die Größe der Halbtonzelle durch den Zell-Frequenzwert bestimmt ist und der tatsächliche Winkel relativ zum Anzeigeraum entsprechend $\tan(b/a)$ bestimmt ist, wobei \tan die Tangens-Funktion ist.

- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Bestimmens des tatsächlichen Winkels und der tatsächlichen Größe der an das Raster des Anzeigeraums angepaßten Halbtonzelle (300) ferner folgende Schritte aufweist:

30 Vergleichen des tatsächlichen Winkels mit dem gewünschten Winkel; und

falls der Unterschied zwischen den beiden Winkeln nicht innerhalb der Winkeltoleranz liegt, Konstruieren einer Super-Zelle von Halbtonzellen mit einem tatsächlichen Winkel, der innerhalb der Winkeltoleranz ist.

12.11.98

4

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Länge der Seiten des Begrenzungsrahmens gleich $a + b$ ist.

5. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Bestimmens eines Begrenzungsrahmens (325), der entlang der x- und y-Achse des Rasters des Anzeigeraums ausgerichtet ist und die angepaßte Halbtonzelle (300) umhüllt, den Schritt des Erzeugens von Linien entlang der Achsen des Anzeigerrasters mit der Länge $a + b$ umfaßt, die die Seiten des Begrenzungsrahmens darstellen, wobei jede dieser Linien durch einen Eckpunkt der angepaßten Halbtonzelle und entlang der Achse gezogen ist, die die Hauptachse einer zugehörigen Seite der angepaßten Halbtonzelle ist.

15 6. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Schritt des Aufteilens des Begrenzungsrahmens (325) in eine oder mehrere Schwellwert-Kacheln folgende Schritte aufweist:

20 Erzeugen einer ersten rechteckförmigen Kachel (400) mit einer Diagonale, die gleich eine ersten Seite der angepaßten Halbtonzelle ist, wodurch benachbarte Eckpunkte, die die erste Seite bilden, sich gegenüberliegende Eckpunkte der ersten Kachel bilden;

25 falls die erste Kachel nicht den gesamten Begrenzungsrahmen überdeckt, Erzeugen einer zweiten rechteckförmigen Kachel (405) mit einer Diagonale, die gleich einer benachbarten zweiten Seite der angepaßten Halbtonzelle ist, wodurch die benachbarten Eckpunkte, die die zweite Seite bilden, sich gegenüberliegende Eckpunkte der zweiten Kachel bilden;

30 falls die erste und zweite Kachel zusammen nicht den gesamten Begrenzungsrahmen überdecken, Erzeugen einer dritten rechteckförmigen Kachel (410) mit einem gemeinsamen Eckpunkt mit der ersten Kachel und einem gemeinsamen Eckpunkt mit der zweiten Kachel, einem dritten Eckpunkt, der kollinear mit 35 den ersten und zweiten Eckpunkten der angepaßten Halbton-

12.11.98

5

zelle ist, und einem vierten Eckpunkt, der kollinear mit dem ersten und dritten Eckpunkt der Halbtonzelle ist.

7. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Schritt des Auf-
5 teilens des Begrenzungsrahmens (325) in eine oder mehrere Schwellwert-Kacheln folgende Schritte aufweist:

Erzeugen einer ersten rechteckförmigen Kachel (400) mit einer Diagonale, die gleich einer ersten Seite der angepaßten Halbtonzelle ist, wodurch benachbarte Eckpunkte, die 10 die erste Seite bilden, sich gegenüberliegende Eckpunkte der ersten Kachel bilden;

falls die erste Kachel nicht den gesamten Begrenzungsrahmen überdeckt, Erzeugen einer zweiten rechteckförmigen Kachel (405) mit einer Diagonale, die gleich einer benachbarten zweiten Seite der angepaßten Halbtonzelle ist, wo- 15 durch die benachbarten Eckpunkte, die die zweite Seite bil- den, sich gegenüberliegende Eckpunkte der zweiten Kachel bilden;

falls die erste und zweite Kachel zusammen nicht den gesamten Begrenzungsrahmen überdecken;

Erzeugen einer vierten rechteckförmigen Kachel (350) mit einer Diagonale, die gleich einer dritten Seite der angepaßten Halbtonzelle ist;

Erzeugen einer fünften rechteckförmigen Kachel (355), 25 mit einer Diagonale, die gleich einer vierten Seite der angepaßten Halbtonzelle ist;

Erzeugen einer dritten rechteckförmigen Kachel (410) die den verbleibenden Bereich des Begrenzungsrahmens überdeckt, der nicht durch die erste, zweite, vierte und fünfte Kachel 30 überdeckt ist, wobei die dritte Kachel einen gemeinsamen Eckpunkt mit der ersten Kachel und einen gemeinsamen Eckpunkt mit der zweiten Kachel, einen gemeinsamen Eckpunkt mit der vierten Kachel und einen gemeinsamen Eckpunkt mit der fünften Kachel hat.

12.11.98

6

8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Schritt des Erzeugens der Schwellwerte für die Kacheln entsprechend einer Fleckfunktion für die angepaßte Halbtonzelle folgende Schritte aufweist:

- 5 Übersetzen der Koordinatenwerte der Halbtonzelle in einen Hilfskoordinatenraum, der um die Halbtonzelle zentriert ist und von -1 bis +1 reicht;
- 10 Erzeugen eines Hilfsschwellwerts für jeden Schwellwert-Ort in den Kacheln mit Hilfe der Fleckfunktion und der übersetzten Koordinatenwerte; und
- 15 Abbilden der Hilfsschwellwerte auf den Bereich der zu simulierenden Intensitäten, um die Schwellwerte zu erzeugen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Fleckfunktion gegeben ist durch:

$f(x,y) = 1 - x^2 - y^2$, wobei x und y die übersetzten Koordinatenwerte eines Pixels in einer Halbtonzelle bezogen auf den Mittelpunkt der Halbtonzelle sind.

20 10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Schritt des Abwickelns der Schwellwert-Kacheln zum Bilden einer Schwellwertmatrix folgende Schritte aufweist:

Festlegen, daß die Höhe der Schwellwertmatrix gleich dem größten gemeinsamen Teiler von a und b sein soll;

25 Bestimmen des Inhalts einer ersten Zeile der Schwellwertmatrix, indem mit einer anfänglichen Zeile einer anfänglichen Kachel begonnen wird und die Zeile der Kacheln abgetastet wird, bis eine Wiederholung der anfänglichen Kachel erreicht ist, wobei der Inhalt gleich den Schwellwerten der anfänglichen und benachbarter Kacheln ist, bevor es zu einer Wiederholung der anfänglichen Kachel kommt;

30 Festlegen, daß der Inhalt von folgenden Zeilen der Schwellwertmatrix gleich folgenden benachbarten Zeilen zu der anfänglichen Zeile der anfänglichen Kachel ist, wobei 35 die folgenden Zeilen die gleich Breite wie die erste Zeile

12.11.98

7

haben, und wobei die Anzahl der Zeilen durch die Höhe der Schwellwertmatrix bestimmt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, ferner aufweisend den
5 Schritt des Abrufens eines Schwellwerts aus der Schwellwertmatrix zum Darstellen eines Pixels an den (x, y) -Koordinaten (dx, dy) , der folgende Schritte umfaßt:

Bestimmen des Orts von dy relativ zur Anzahl der Zeilen der Schwellwertmatrizen, n , ausgehend von der Schwellwertmatrix am Ort $(0,0)$;

Setzen eines Offsets gleich der Anzahl der Schwellwerte in einer Zeile von Kacheln, wobei die Nummer der Kachelzeile gleich der Höhe der Schwellwertmatrix ist, wobei der Offset die Anzahl der Schwellwerte anzeigt, um die die Schwellwertmatrix für jede folgende Zeile von Schwellmatrizen verschoben wird;

Erzeugen eines (x, y) -Index (dx', dy') in die Schwellwertmatrix, um den Schwellwert abzurufen, um das Pixel bei der Koordinate (dx, dy) mit Hilfe der folgenden Gleichungen darzustellen:

$$dx' = (dx - n * \text{offset}) \bmod (w)$$
$$dy' = (dy - n * h)$$

25 wobei h die Höhe der Schwellwertmatrix ist, w die Breite der Schwellwertmatrix und \bmod die Modulo-Funktion.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei n gemäß der folgenden Gleichung bestimmt wird:

30 $n = \text{Int}(dy/h)$, wobei Int die Integer-Funktion ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11, wobei diejenigen Schwellwerte, die nachfolgenden zu (dy, dy) benachbarten Pixeln entsprechen, inkrementell indiziert und in sequentieller Weise ausgehend von dx' und dy' abgerufen werden können.

12.11.96

14. Eine Bilderzeugungsvorrichtung mit einem digitalen Halbton-System, wobei ein Intensitätsbereich simuliert wird, indem Pixel auf einer Ausgabeeinrichtung in einer vorgegebenen 5. Reihenfolge zum Erzeugen von Bildern aktiviert werden, wobei die Ausgabeeinrichtung einen digitalen Anzeigeraum mit einer auf einem X-Y-Raster angeordneten Pixelmatrix aufweist, wobei die Vorrichtung aufweist:

eine Halbtonzelle (300) mit einer anfänglichen Größe und 10 einem anfänglichen Winkel bezogen auf das Raster des Anzeigeraums, wobei die Zelle eine Matrix von Schwellwerten enthält, auf die zum Erzeugen eines digitalen Halbtonbildes Bezug genommen wird;

Anpassungsmittel zum Anpassen der Halbtonzelle an das 15 Raster des Anzeigeraums;

gekennzeichnet durch:

Mittel zum Erzeugen eines entlang der x- und y-Achsen des Anzeigeraum-Rasters ausgerichteten Begrenzungsrahmens (325), der die angepaßte Halbtonzelle (300) umhüllt;

20 einen Satz von einer oder mehreren Kacheln (400, 405, 410) von Schwellwerten, wobei die Kacheln entsprechend den Eckpunkten der Halbtonzelle (300) und dem Begrenzungsrahmen (325) erzeugt sind;

Mittel zum Erzeugen von Schwellwerten für die Kacheln 25 gemäß einer Fleckfunktion für die angepaßte Halbtonzelle;

Mittel zum Bestimmen einer Kachel-Überdeckung des Anzeigeraums;

Mittel zum Abwickeln der Schwellwert-Kacheln zum Rekonstruieren einer Schwellwertmatrix,

30 wobei die Schwellwertmatrix eine Höhe hat, die gleich dem größten gemeinsamen Teiler des x-Achsen-Inkrement und y-Achsen-Inkrement zwischen Eckpunkten der Halbtonzelle ist, und eine Breite hat, die gleich der Anzahl von in einer Folge von Schwellwerten über eine Zeile von zusammenhängenden Kacheln auftretenden Schwellwerten ist, die angetroffen werden, bis die Folge sich wiederholt; und

35

12.11.98

9

einen Speicher zum Speichern der Schwellwertmatrix von Schwellwerten, wobei die Größe des zum Speichern der Schwellwertmatrix benötigten Speichers wesentlich kleiner als der Speicherumfang ist, der benötigt wird, um die

5 Schwellwert-Kacheln der Halbtonzelle zu speichern; wodurch der Speicherumfang, der zum Speichern der Schwellwertmatrix zum Erzeugen von Bildern benötigt wird, reduziert ist und auf die Schwellwertmatrix Bezug genommen wird, um die zum Erzeugen eines digitalen Halbtonbildes ver-
10 wendeten Schwellwerte zu gewinnen.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Anpassungs-
mittel aufweisen:

eine erste Rundungseinrichtung, um den Ort des einem
15 ersten Eckpunkt der Halbtonzelle nächsten Pixels festzustel-
len, um den angepaßten ersten Eckpunkt zu bestimmen;

eine zweite Rundungseinrichtung zum Runden eines benach-
barten zweiten Eckpunkts der Halbtonzelle auf das nächste
Pixel, um den angepaßten zweiten Eckpunkt zu bestimmen, wo-
20 bei der zweiten Eckpunkt einen dem Zell-Frequenzwert entspre-
chenden inkrementalen Abstand entfernt angeordnet ist, wobei
der Zell-Frequenzwert ein anfängliches X-Achsen-Inkrement
und ein anfängliches Y-Achsen-Inkrement umfaßt, wobei das X-
Achsen-Inkrement und das Y-Achsen-Inkrement gemäß den fol-
25 genden Gleichungen bestimmt sind:

$$a = \text{INT} [R_d \cos \Theta_d]$$
$$b = \text{INT} [R_d \sin \Theta_d]$$

30 wobei a das anfängliche X-Achsen-Inkrement, b das an-
fängliche Y-Achsen-Inkrement, R_d die gewünschte Länge einer
Seite einer Halbtonzelle und Θ_d der gewünschte Winkel einer
Halbtonzelle ist;

eine dritte Rundungseinrichtung zum Runden des dem zwei-
35 ten Eckpunkt benachbarten dritten Eckpunkts auf das nächste
Pixel, um den angepaßten dritten Eckpunkt zu bestimmen, wo-

12.11.96

10

bei der angepaßte dritte Eckpunkt einen dem Zell-Frequenzwert entsprechenden inkrementalen Abstand vom angepaßten zweiten Eckpunkt entfernt angeordnet ist, wobei das X-Achsen-Inkrement gleich dem anfänglichen Y-Achsen-Inkrement und 5 das Y-Achsen-Inkrement gleich dem anfänglichen X-Achsen-Inkrement ist;

10 eine vierte Rundungseinrichtung zum Runden des dem dritten und vierten Eckpunkt benachbarten vierten Eckpunkts auf das nächste Pixel, um den angepaßten vierten Eckpunkt zu bestimmen, wobei der angepaßte vierte Eckpunkt einen dem Zell-Frequenzwert entsprechenden inkrementalen Abstand von dem angepaßten dritten Eckpunkt entfernt angeordnet ist, wobei das X-Achsen-Inkrement gleich dem anfänglichen X-Achsen-Inkrement und das Y-Achsen-Inkrement gleich dem anfänglichen 15 Y-Achsen-Inkrement ist;

20 wodurch die Größe der Halbtonzelle durch den Zell-Frequenzwert bestimmt ist und der tatsächliche Winkel relativ zum Anzeigeraum entsprechend $\tan(b/a)$ bestimmt ist, wobei \tan die Tangens-Funktion ist.

25 16. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Mittel zum Erzeugen eines Begrenzungsrahmens (325), der entlang der x- und y-Achse des Rasters des Anzeigeraums ausgerichtet ist und die angepaßte Halbtonzelle umhüllt, eine Linienerzeugungseinrichtung aufweisen, die Linien der Länge $a + b$ entlang der Achsen des Anzeigerasters erzeugt, wobei die Linien die Seiten des Begrenzungsrahmens bilden, wobei die Linienerzeugungseinrichtung jede dieser Linien durch einen Eckpunkt der angepaßten Halbtonzelle und entlang der Achse 30 zieht, die die Hauptachse einer zugehörigen Seite der angepaßten Halbtonzelle ist.

35 17. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei der Satz von Kacheln umfaßt:
eine erste rechteckförmige Kachel (400) mit einer Diagonale, die gleich einer ersten Seite der angepaßten Halbton-

12.11.96

11

zelle ist, wodurch benachbarte Eckpunkte, die die erste Seite bilden, sich gegenüberliegende Eckpunkte der ersten Kachel bilden;

falls die erste Kachel nicht den gesamten Begrenzungsrahmen überdeckt, umfaßt der Satz ferner eine zweite rechteckförmige Kachel (405) mit einer Diagonale, die gleich einer benachbarten zweiten Seite der angepaßten Halbtonzelle ist, wodurch die benachbarten Eckpunkte, die die zweite Seite bilden, sich gegenüberliegende Eckpunkte der zweiten Kachel bilden;

falls die erste und zweite Kachel zusammen nicht den gesamten Begrenzungsrahmen überdecken, umfaßt der Satz ferner eine dritte rechteckförmige Kachel (410) mit einem gemeinsamen Eckpunkt mit der ersten Kachel und einem gemeinsamen Eckpunkt mit der zweiten Kachel, einem dritten Eckpunkt, der kollinear mit den ersten und zweiten Eckpunkten der angepaßten Halbtonzelle ist, und einem vierten Eckpunkt, der kollinear mit dem ersten und dritten Eckpunkt einer Halbtonzelle ist.

20

18. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Mittel zum Erzeugen von Schwellwerten für die Kacheln aufweisen:

einen Hilfskoordinatenraum, der um die angepaßte Halbtonzelle zentriert ist und von -1 bis +1 reicht;

25 eine Übersetzungseinrichtung zum Übersetzen der Koordinatenwerte der Halbtonzelle in den Hilfskoordinatenraum;

eine Einrichtung zum Erzeugen eines Hilfsschwellwerts für jeden Schwellwert-Ort in den Kacheln mit Hilfe der Fleckfunktion und der übersetzten Koordinatenwerte;

30 eine Einrichtung zum Abbilden der Hilfsschwellwerte auf den Bereich der zu simulierenden Intensitäten, um die Schwellwerte zu erzeugen;

eine Ersetzungseinrichtung zum Speichern der auf die Hilfsschwellwerte abgebildeten Intensitäten in den Kacheln.

35

12.11.98

12

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei die Fleckfunktion gegeben ist durch:

$f(x, y) = 1 - x^2 - y^2$, wobei x und y die übersetzten Koordinatenwerte eines Pixels in einer Halbtonzelle bezogen

5 auf den Mittelpunkt der Halbtonzelle sind.

20. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Mittel zum Abwickeln der Schwellwertkacheln zum Bilden einer Schwellwertmatrix aufweisen:

10 eine Einrichtung zum Festlegen, daß die Höhe der Schwellwertmatrix gleich dem größten gemeinsamen Teiler von a und b sein soll;

eine Einrichtung zum Bestimmen des Inhalts einer ersten Zeile der Schwellwertmatrix, indem mit einer anfänglichen

15 Zeile einer anfänglichen Kachel begonnen wird und die Zeile der Kacheln abgetastet wird, bis eine Wiederholung der anfänglichen Kachel erreicht ist, wobei der Inhalt gleich den Schwellwerten der anfänglichen und benachbarter Kacheln ist, bevor es zu einer Wiederholung der anfänglichen Kachel

20 kommt;

eine Einrichtung zum Festlegen, daß der Inhalt von nachfolgenden Zeilen der Schwellwertmatrix gleich nachfolgenden benachbarten Zeilen zu der anfänglichen Zeile der anfänglichen Kachel ist, wobei die nachfolgenden Zeilen die gleiche Breite wie die erste Zeile haben, und wobei die Anzahl

25 der Zeilen durch die Höhe der Schwellwertmatrix bestimmt wird.

21. Vorrichtung nach Anspruch 14, ferner mit Zugriffsmitteln zum Abrufen eines Schwellwerts aus der Schwellwertmatrix zum Darstellen eines Pixels an den (x, y)-Koordinaten (dx, dy), die aufweisen:

30 eine Einrichtung zum Bestimmen des Orts von dy relativ zur Anzahl der Zeilen der Schwellwertmatrizen, n, ausgehend 35 von der Schwellwertmatrix am Ort (0,0);

12.11.98

13

eine Einrichtung zum Setzen eines Offsets gleich der Anzahl der Schwellwerte in einer Zeile von Kacheln, wobei die Nummer der Kachelzeile gleich der Höhe der Schwellwertmatrix ist, wobei der Offset die Anzahl der Schwellwerte anzeigt,

5 um die die Schwellwertmatrix für jede folgende Zeile von Schwellmatrizen verschoben wird;

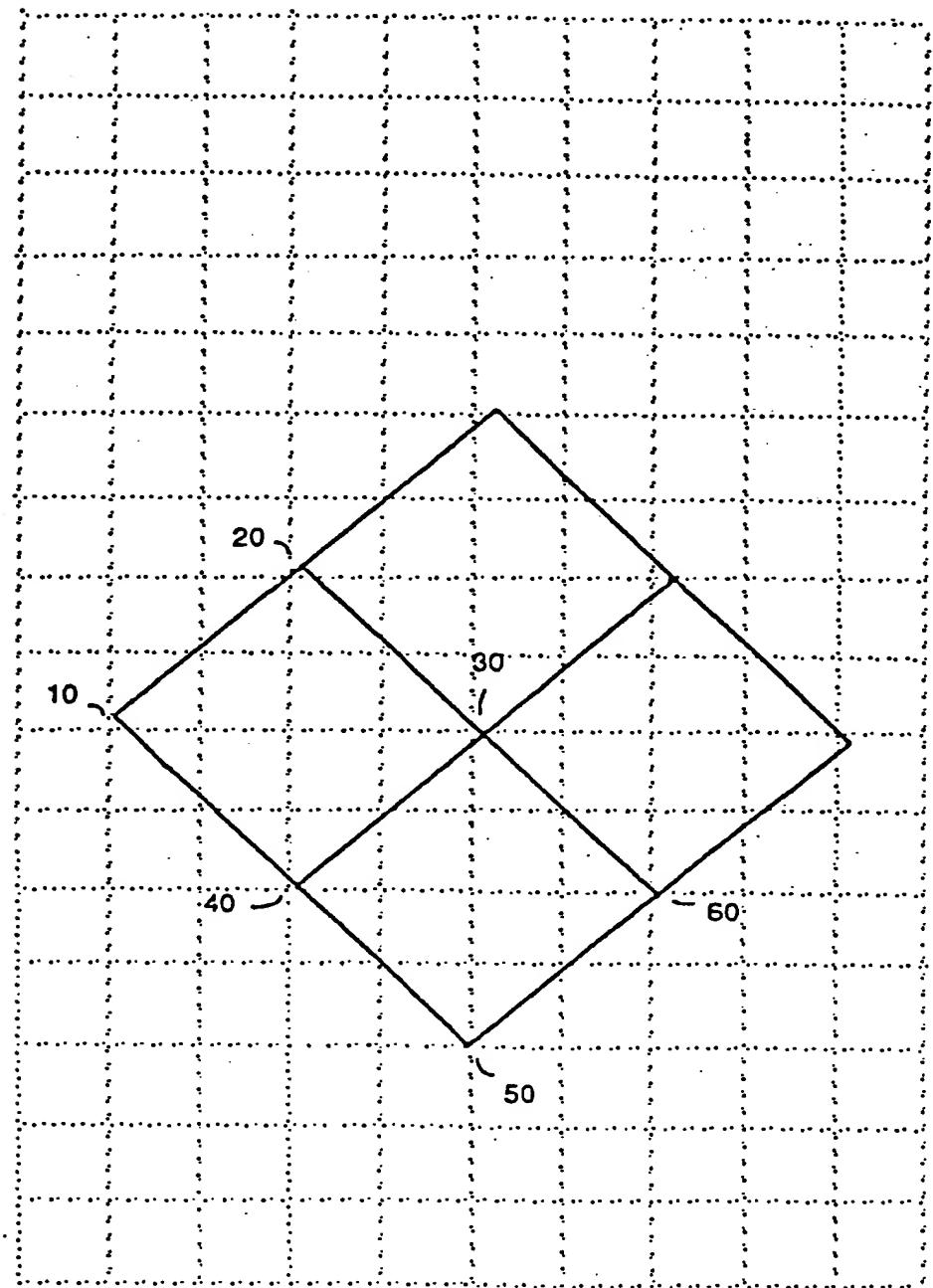
eine Einrichtung zum Erzeugen eines (x, y) -Index (dx', dy') in die Schwellwertmatrix, um den Schwellwert abzurufen, um das Pixel bei der Koordinate (dx, dy) mit Hilfe der fol-
10 genden Gleichungen darzustellen:

$$dx' = (dx - n * offset) \bmod (w)$$
$$dy' = (dy - n * h)$$

15 wobei h die Höhe der Schwellwertmatrix ist, w die Breite der Schwellwertmatrix und \bmod die Modulo-Funktion.

12.11.96

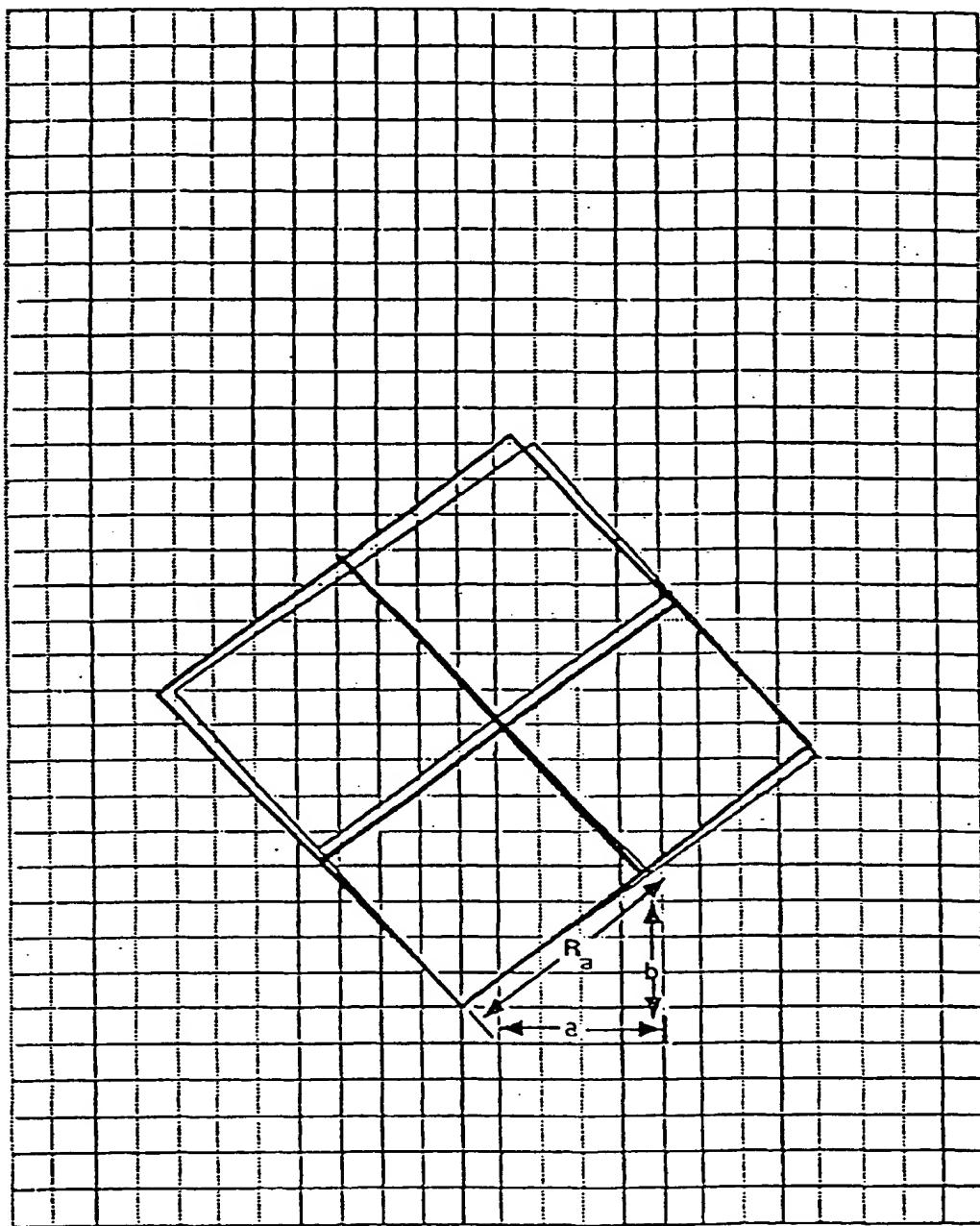
1/18



Figur 1

12.11.96

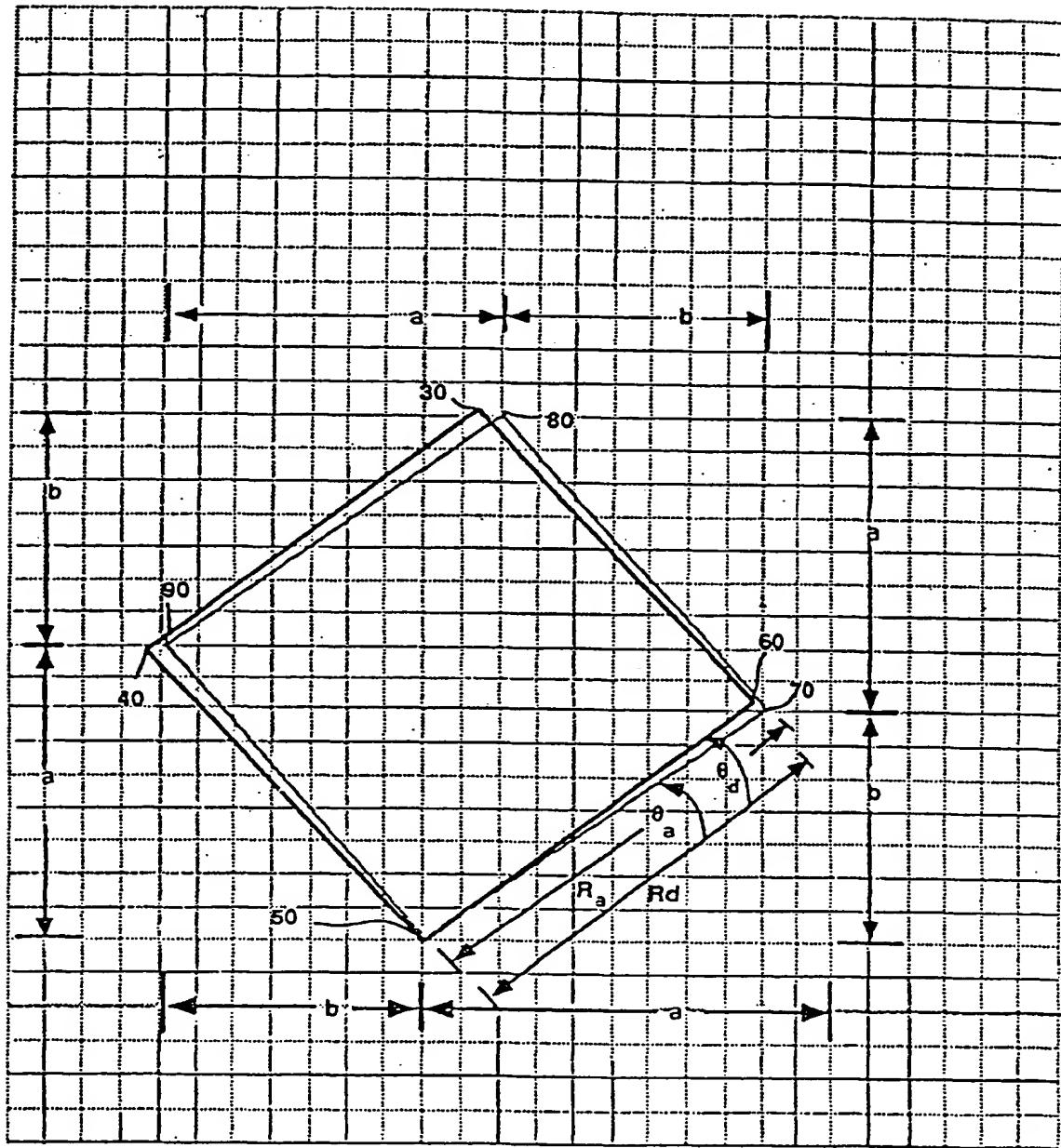
2/18



Figur 2b

12-11-96

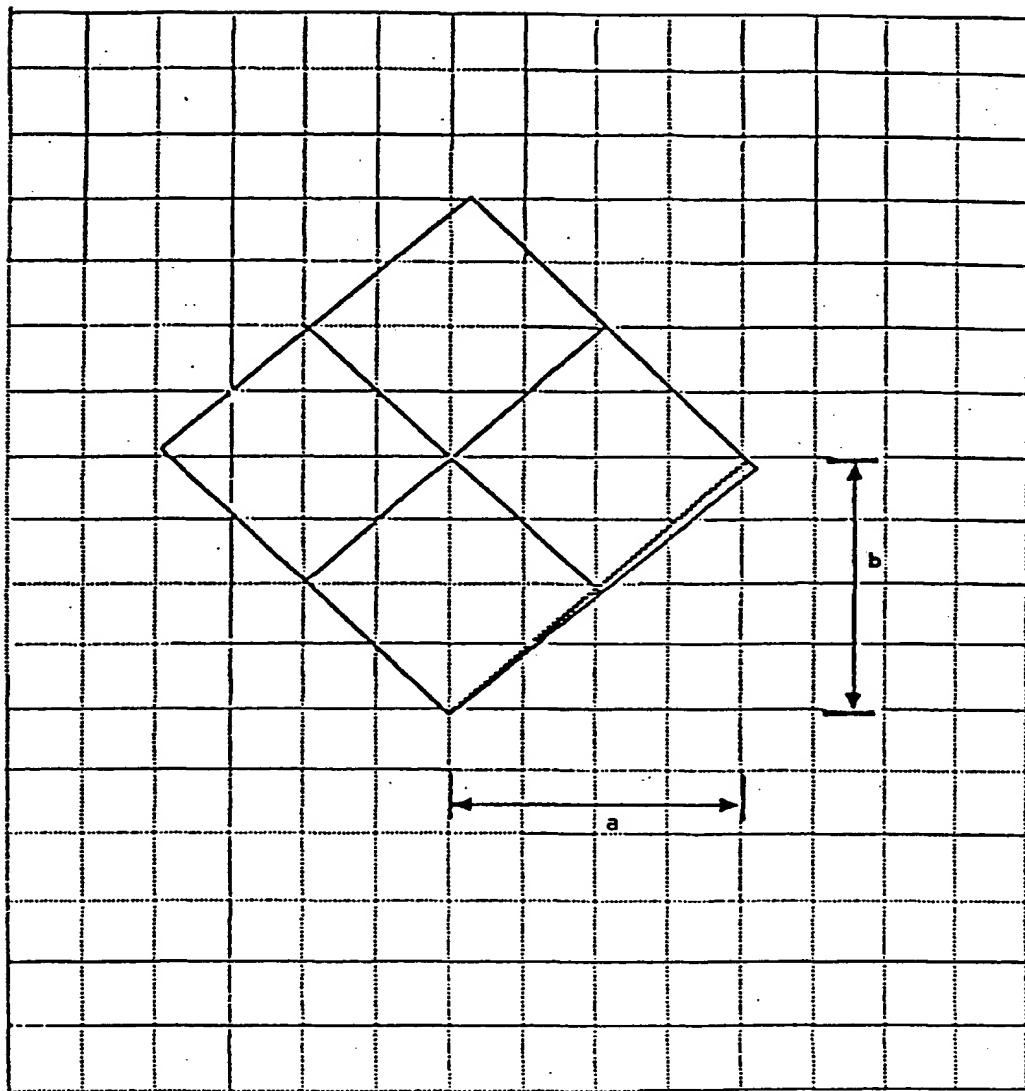
3/18



Figur 2a

12.11.98

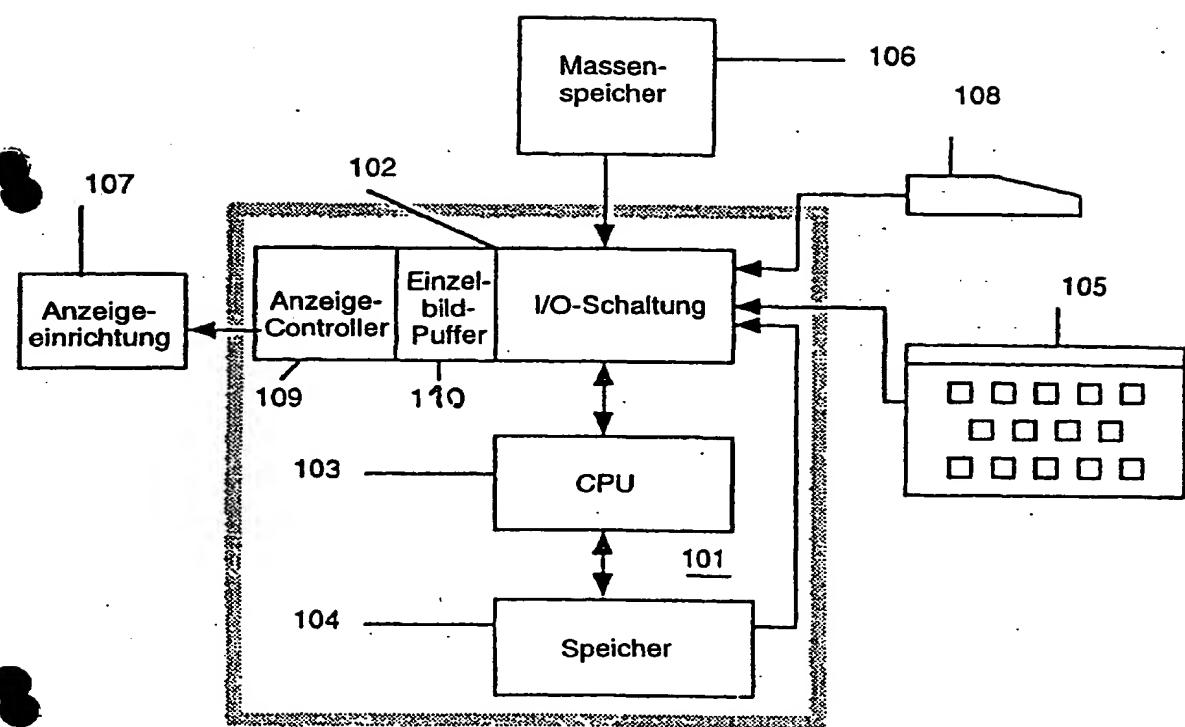
4/18



Figur 3

12.11.96

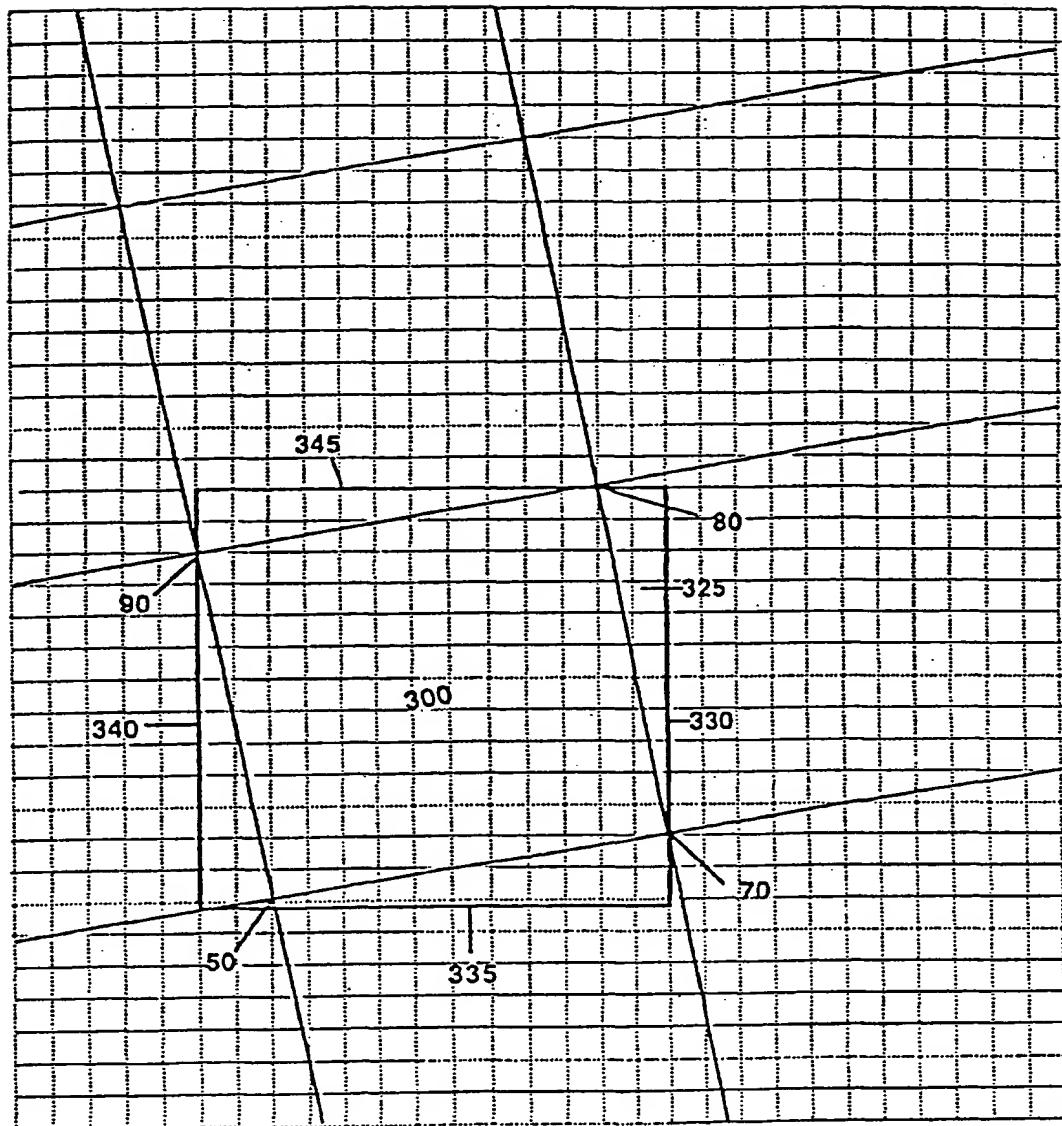
5/18



Figur 4

12.11.96

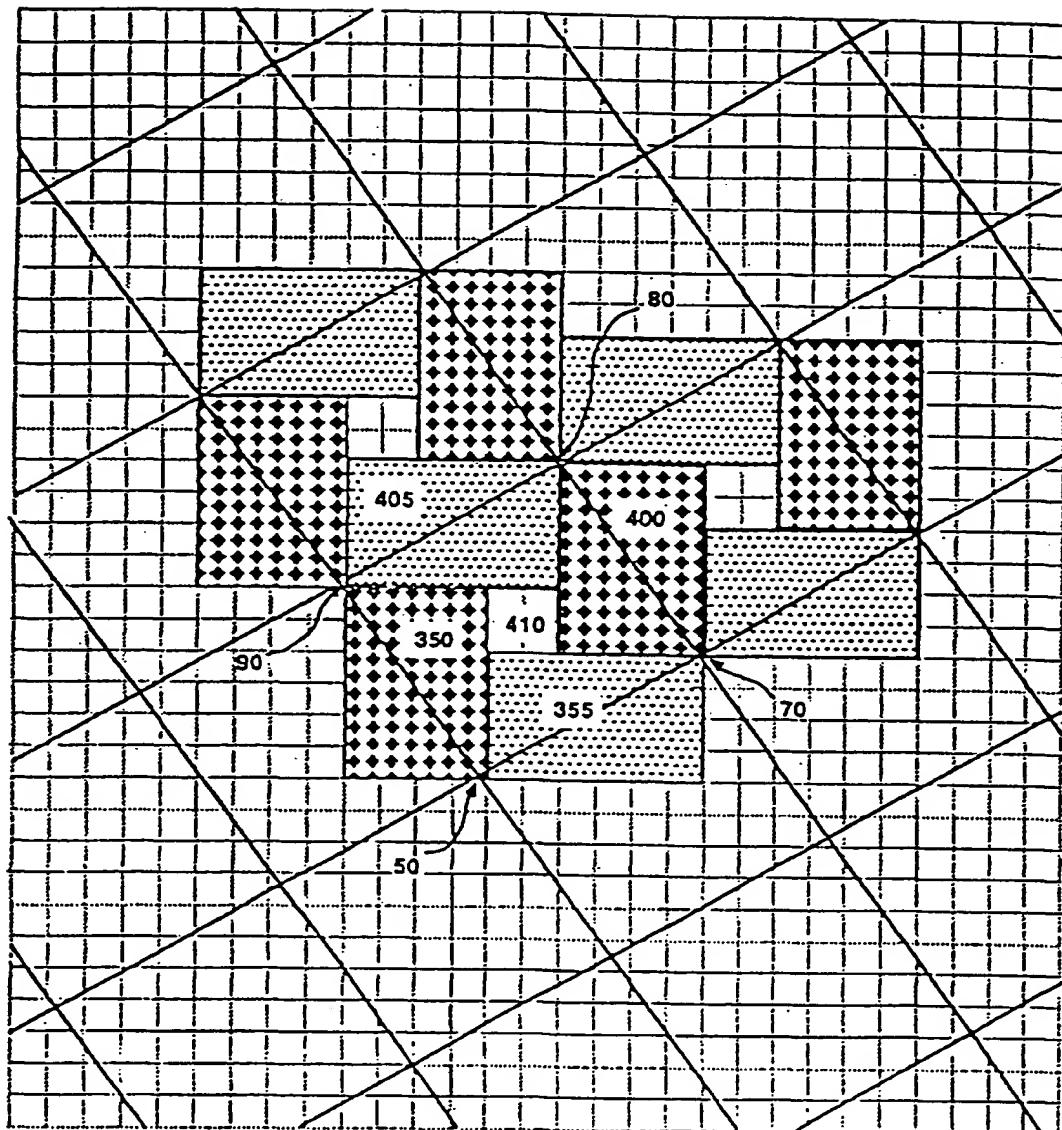
6/18



Figur 5a

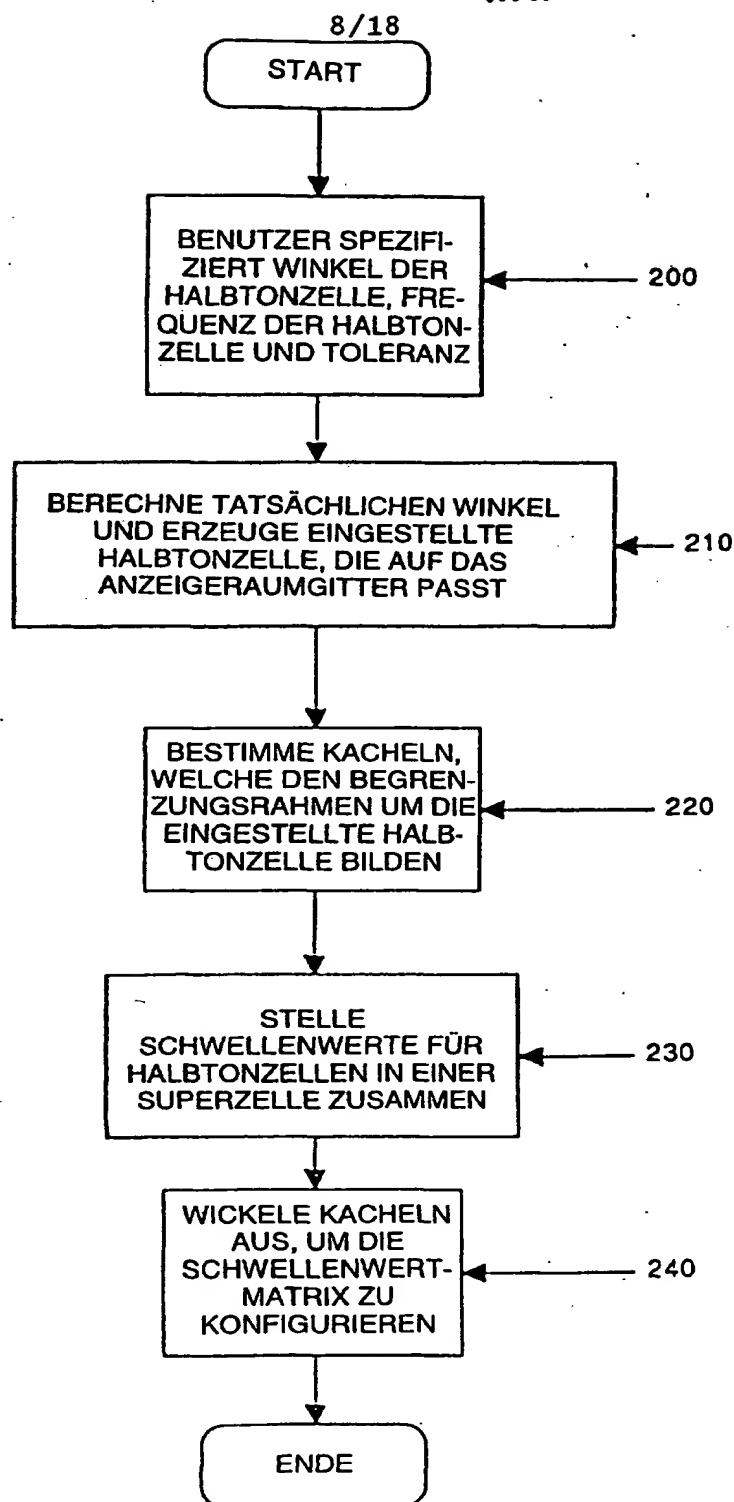
12.11.96

7/18



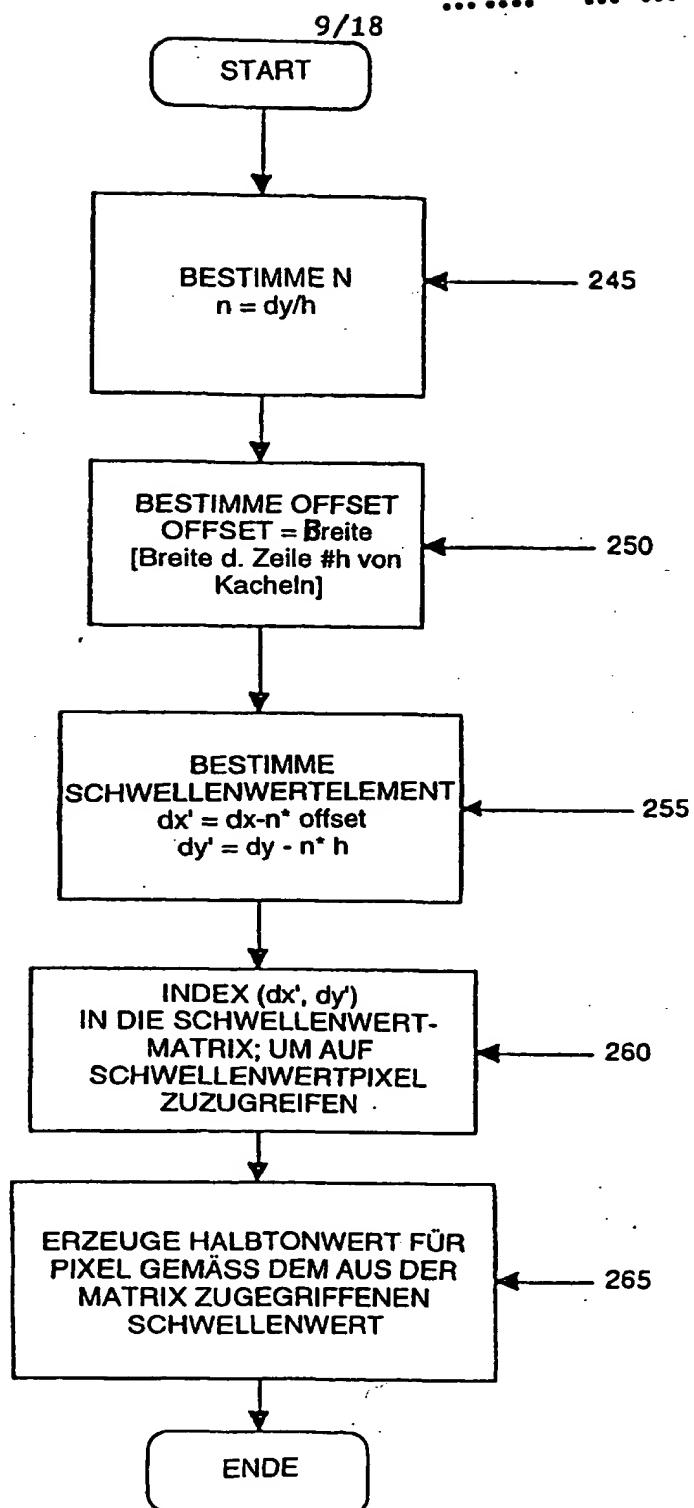
Figur 5b

12.11.1981



Figur 6a

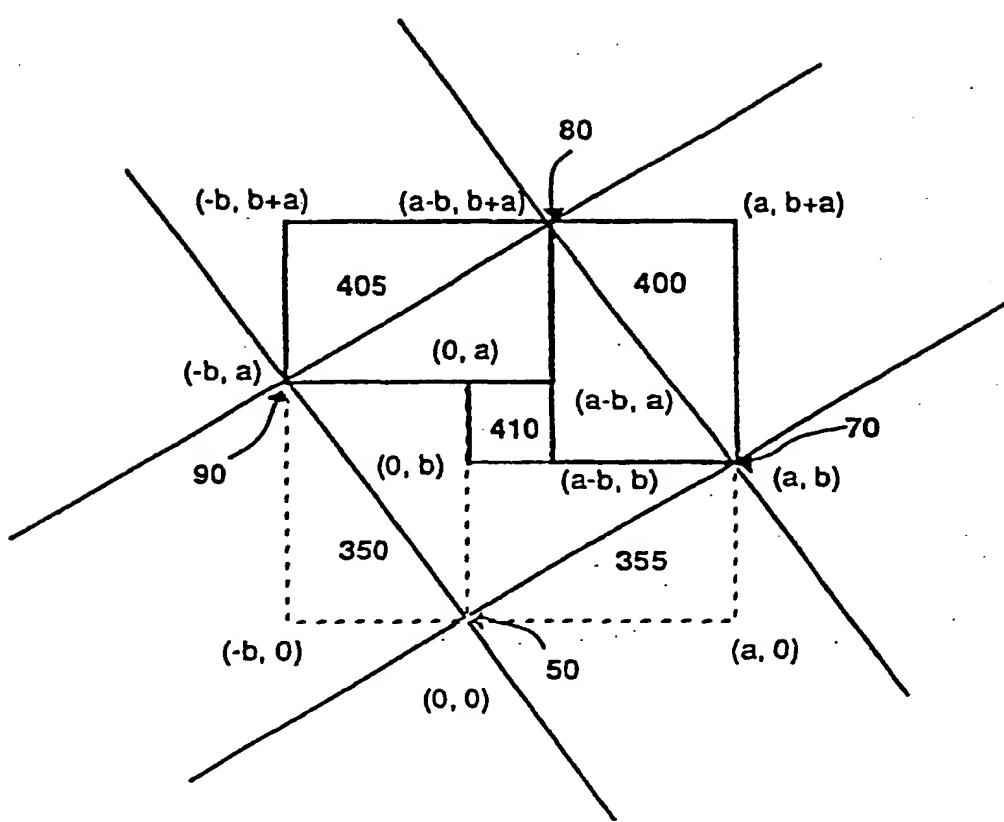
12.11.98



Figur 6b

12.11.96

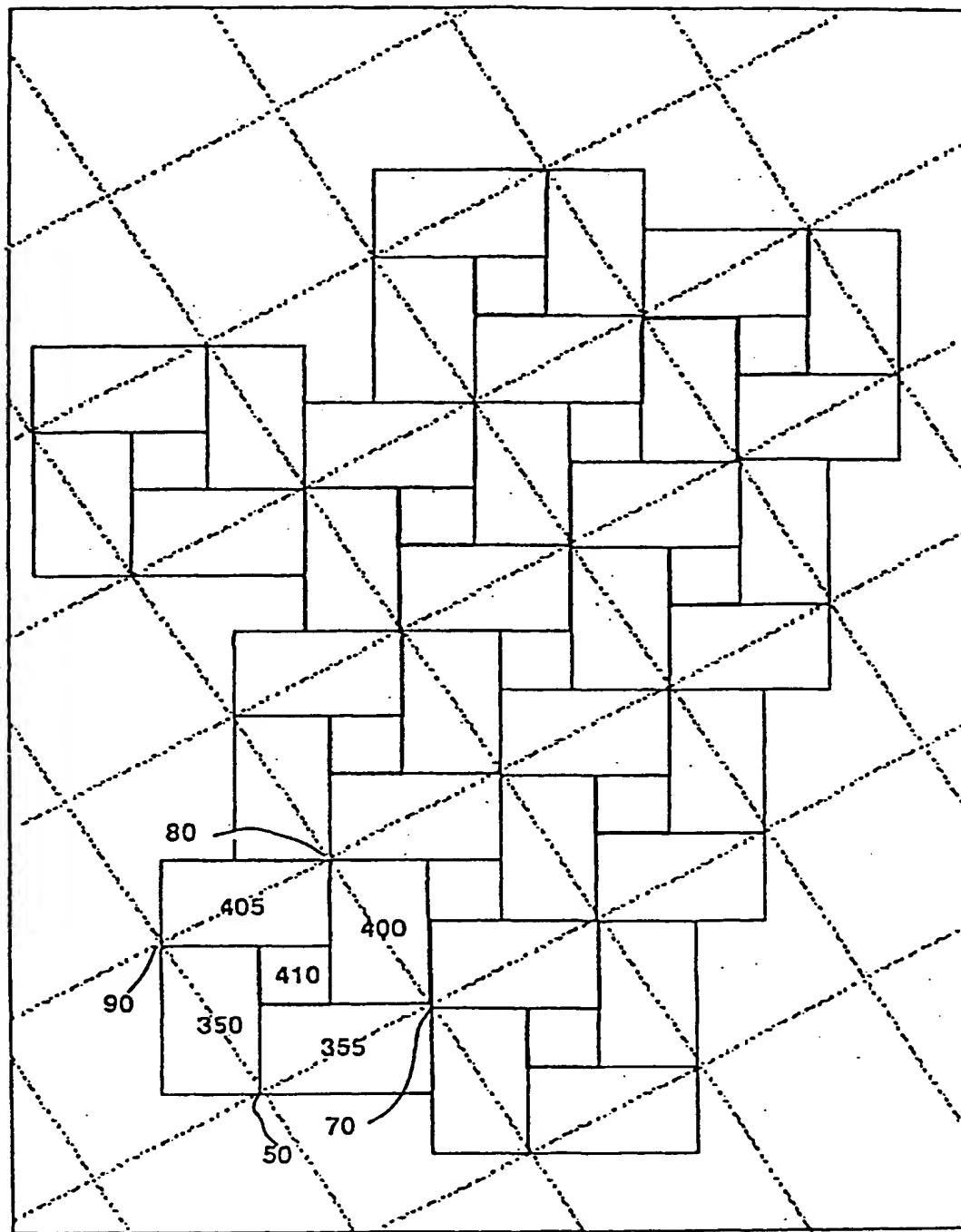
10/18



Figur 7a

12.11.96

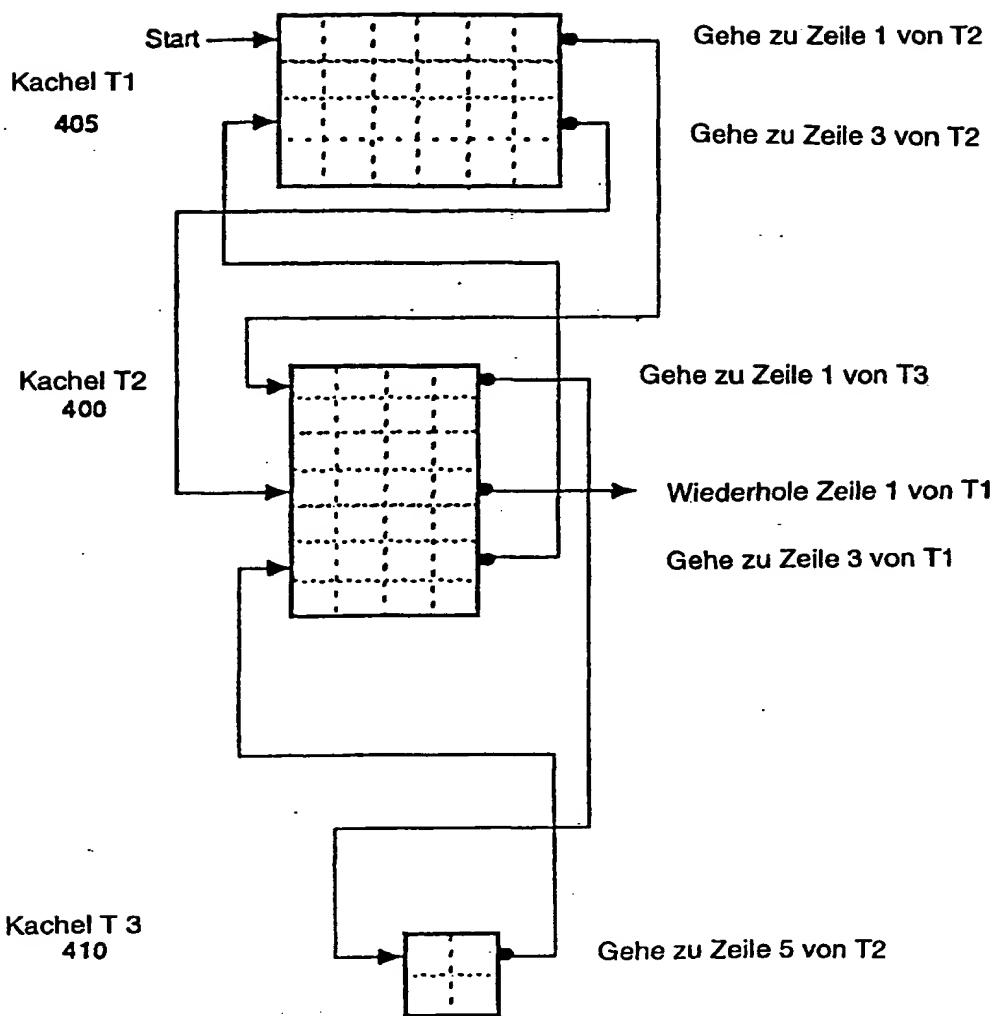
11/18



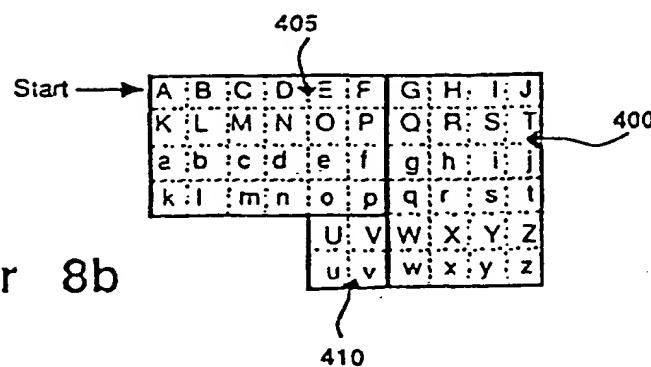
Figur 7b

12.11.96

12/18



Figur 8a

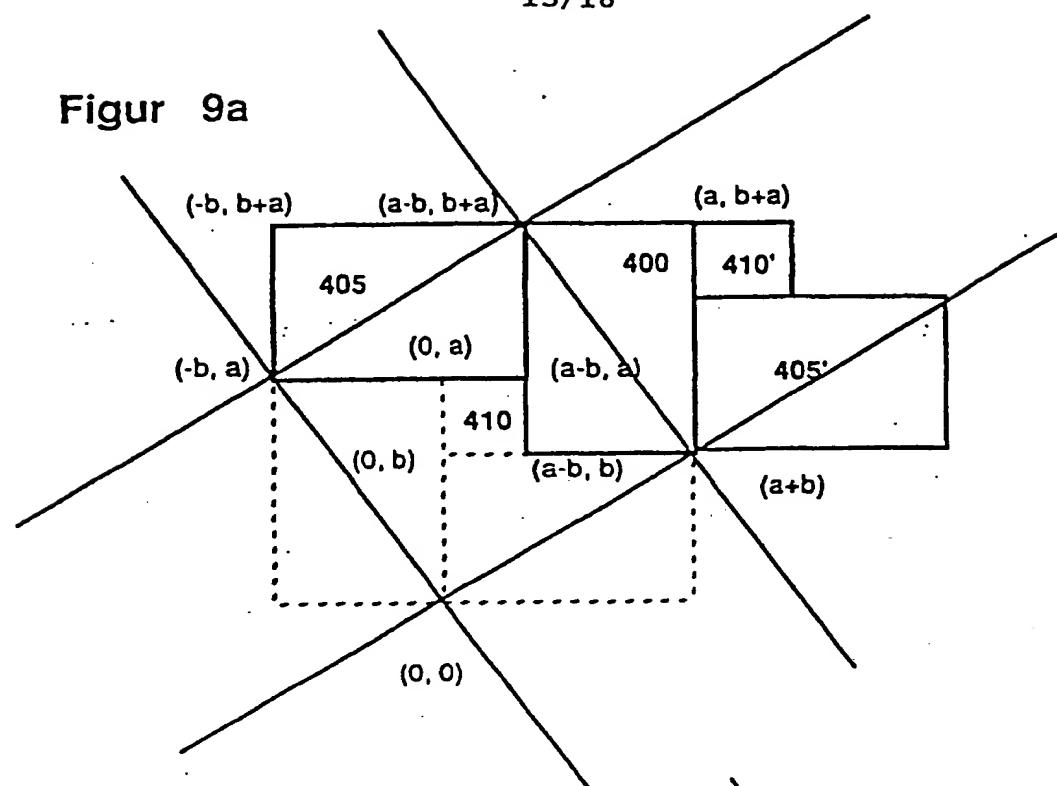


Figur 8b

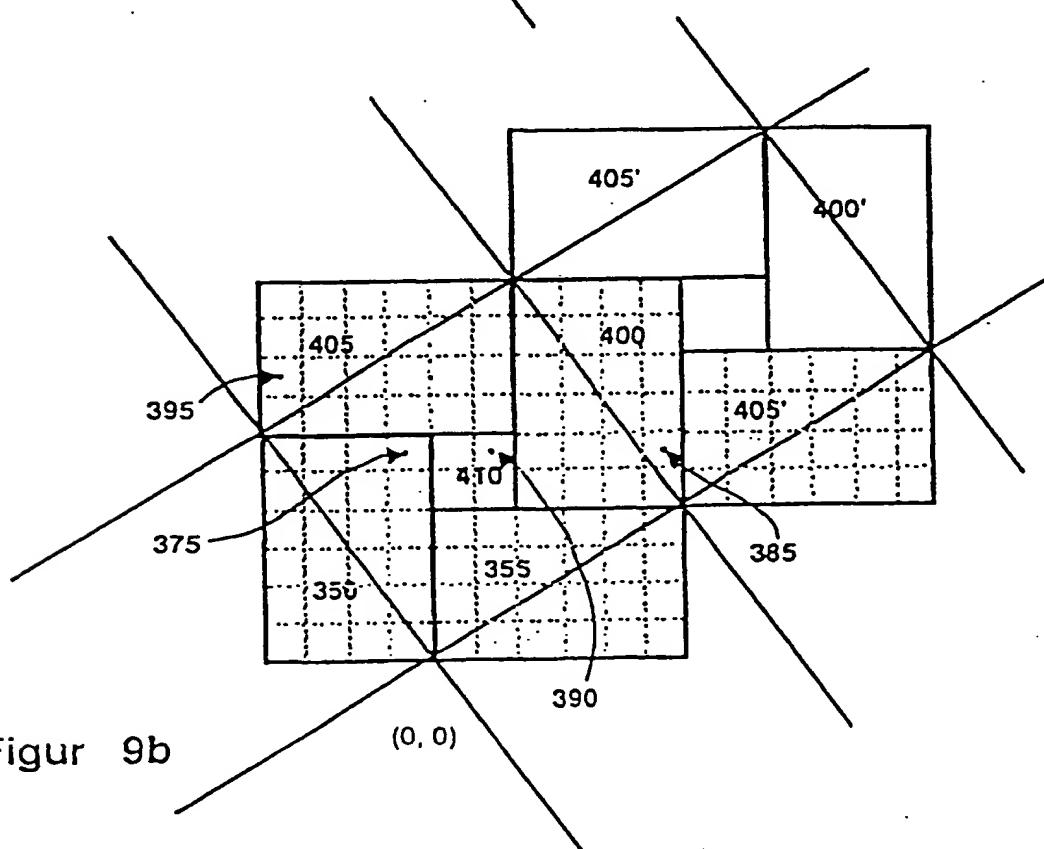
12.11.96

13/18

Figur 9a



Figur 9b



12.11.96

14/18

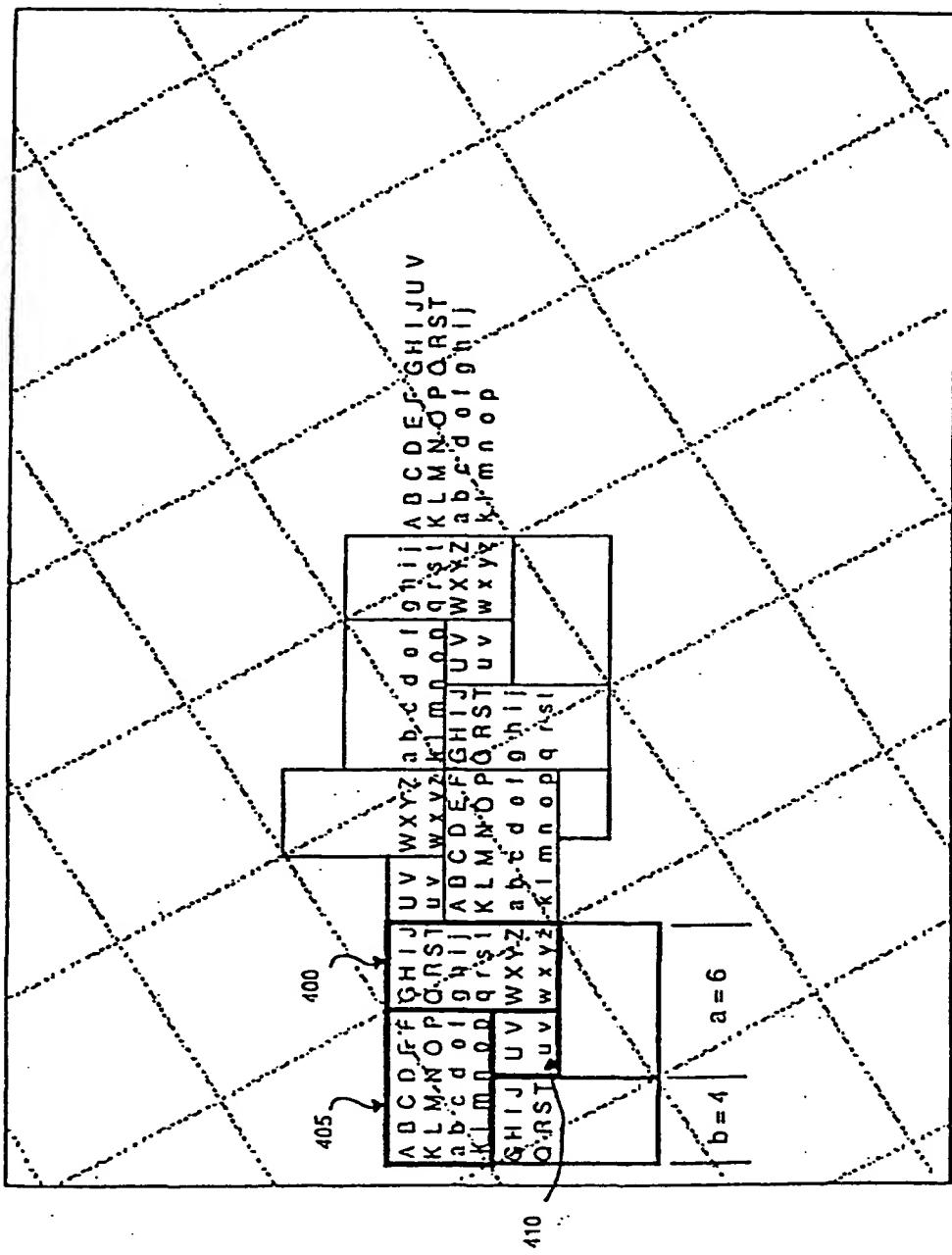
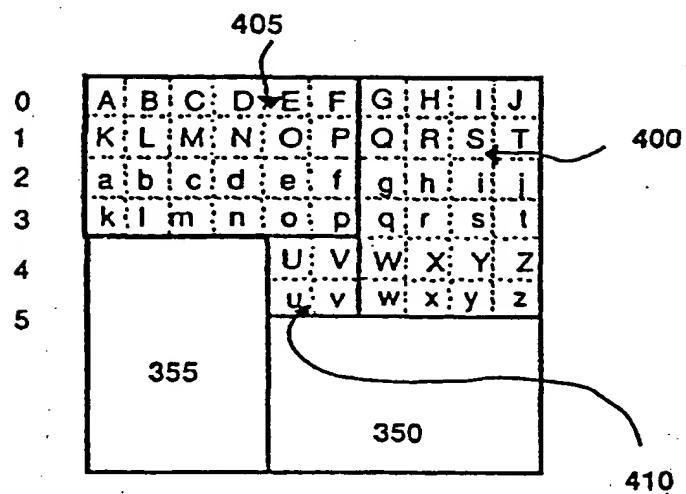


Figure 10a

12.11.96

15/18



Figur 10 b

12.11.98

16/18

(0+4) mod 6=4	(4+4) mod 6=2	(2+4) mod 6=0
A B C D E F G H I J	U V W X Y Z	a b c d e f g h i j
0	2	0
(1+4) mod 6=5	(5+4) mod 6=3	(3+4) mod 6=1
K L M N O P Q R S T	u v w x y z	k l m n o p q r s t
1	5	3
		1

Figur 10c

12.11.96

17/18

$$W = 10 + 6 + 10 = 26$$

$h = 2$

0	4	2
1	5	3

10 6 10

Figur 10d

$h = 2$

↑ ↓

← $w = 26$ →

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	U	V	W	X	Y	Z	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	u	v	w	x	y	z	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t

Figur 10e

18/18 12.11.98

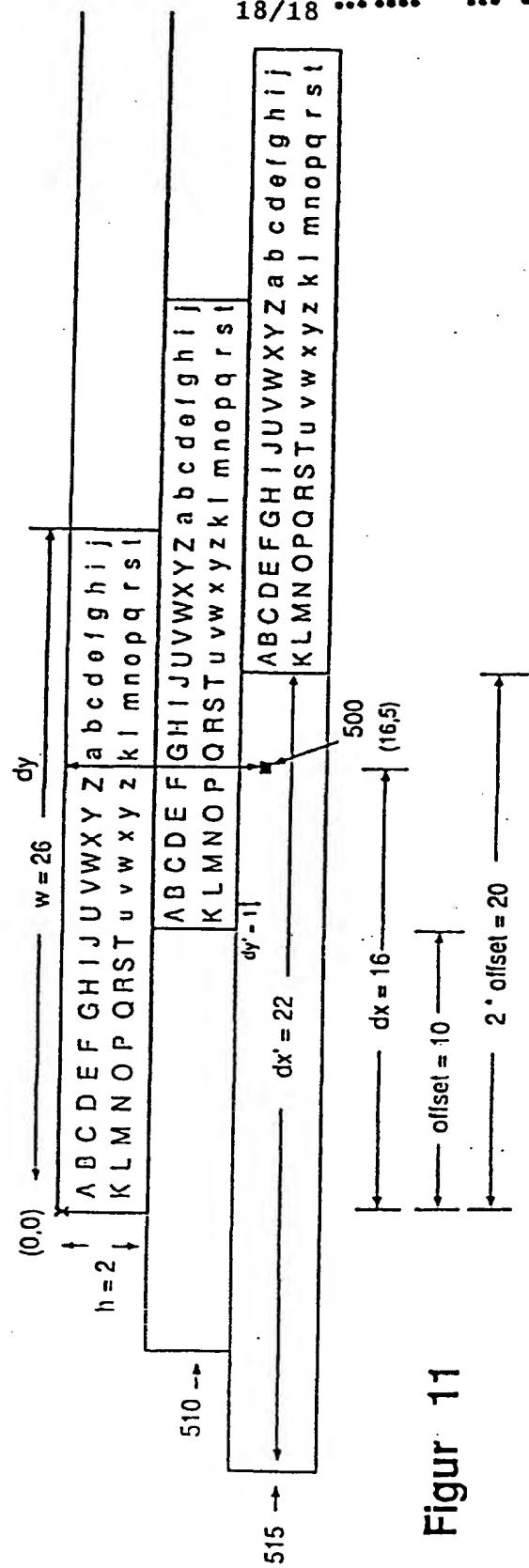


Figure 1.1

THIS PAGE BLANK (USPTO)